

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П.А.Костычева»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организация транспортных процессов и безопасность  
жизнедеятельности»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

*по выполнению заданий  
и подготовке отчетной документации по итогам  
учебной практики - ознакомительной практики*

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*

Направление подготовки:

*23.03.01 Технология транспортных процессов*

Направленность (Профиль) подготовки: *«Организация перевозок на  
автомобильном транспорте»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, 2023

Методические рекомендации составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 г. № 911

Разработчики:

доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» И.Н. Горячкина

Рецензент: доцент кафедры «Техническая эксплуатация транспорта» И.А. Юхин

Рассмотрены на заседании кафедры «22» марта 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «ОТП и БЖД»

( кафедра)



В.В. Терентьев

(подпись)

(Ф.И.О.)

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

«22» марта 2023 г., протокол № 8



Председатель комиссии О.А. Тетерина

## **Введение**

Настоящие рекомендации являются методическим обеспечением учебной практики студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Практика студентов является важной составной частью учебного процесса, в результате которого осуществляется подготовка студентов к профессиональной деятельности.

Данные методические рекомендации определяют цель и задачи учебной практики – ознакомительной практики, форму организации и специфику данного вида практики.

В процессе прохождения практики, обучающиеся закрепляют теоретические знания, полученные ими в высшем учебном заведении, получают практические навыки, необходимые для более качественного освоения дисциплин профессионального цикла.

Процесс прохождения учебной практики – ознакомительной практики направлен на формирование следующих компетенций:

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-2.1. Обладает навыками целеполагания в определенном круге задач с учетом правовых норм общества и действующих ограничений;

УК-2.2. Оптимизирует способы решения поставленных задач в ходе проектной деятельности с учетом имеющихся ресурсов, ограничений и нормативов правового характера

ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью

ОПК-6.1. Владеет методами поиска и анализа нормативных правовых документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин

ПК-1. Организация логистической деятельности по перевозке грузов в цепи поставок

ПК-1.4. Нормативные правовые акты, регламентирующие перевозки

ПК- 1.5. Методология организации перевозок грузов в цепи поставок

ПК-1.11. Основы процессного управления

ПК-4. Организация работы с нормативно-правовыми актами и технической документацией

ПК-4.2. Способностью осуществлять экспертизу технической документации

### **1. Организационные основы учебной практики - ознакомительной практики**

Сроки проведения практики устанавливаются в соответствии с рабочим учебным планом и календарным графиком учебного процесса на соответствующий учебный год с учетом требований образовательного стандарта.

Местами проведения практики могут являться:

- структурные подразделения университета;
- предприятия, осуществляющие перевозочную деятельность в соответствии с профилем направления, а также в организациях, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям, осваиваемым в рамках ООП ВО (в соответствии с профилем направления).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения учебной практики производится с учетом состояния здоровья и требования доступности.

Вопросами организации практики занимаются декан факультета и заведующий кафедрой совместно с отделом учебных и производственных практик Университета. Общее методическое руководство практикой осуществляется кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности».

Непосредственное руководство практикой студентов возлагается:

- от университета – на научно-педагогических работников кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»;
- от предприятия – на директора или назначенного им руководителя практики от предприятия.

Перед отправлением обучающихся на практику проводится инструктивно-методическое собрание (инструктаж о порядке прохождения практики; инструктаж по охране труда и технике безопасности; получение индивидуальных заданий, направлений на практику).

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от университета и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных.

Организация практики с применением дистанционных образовательных технологий осуществляется в связи с исключительными обстоятельствами (период сложной санитарно-эпидемиологической обстановки, карантин, другие непреодолимые обстоятельства).

Руководство практикой и контроль выполнения обучающимися рабочей программы практики при применении дистанционных образовательных технологий осуществляется в режиме онлайн.

Руководитель практики от кафедры:

- ✓ не позднее чем за два месяца до начала практики организует оформление документов о распределении обучающихся по местам практики;
- ✓ разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практической подготовки при проведении практики;
- ✓ составляет совместно с руководителем практики от профильной организации рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ обеспечивает организацию образовательной деятельности в форме практической подготовки при проведении практики;
- ✓ организует участие обучающихся в выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ принимает участие в распределении обучающихся по рабочим местам или перемещении их по видам работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ готовит предложения в проект приказа о направлении обучающихся на практику;
- ✓ оценивает результаты прохождения практики обучающимися;
- ✓ несет ответственность совместно с ответственным работником профильной организации за реализацию компонентов образовательной программы при проведении практики, за жизнь и здоровье обучающихся, соблюдение ими правил противопожарной безопасности, правил охраны труда;
- ✓ осуществляет контроль за соблюдением сроков прохождения практической подготовки при проведении практики и соответствия ее содержания требованиям, установленным соответствующей основной образовательной программой;
- ✓ осуществляет контроль предоставления обучающимися характеристик от профильной организации и отчетов о прохождении практики по форме, установленной Университетом;
- ✓ готовит отчет о прохождении практики и предложения по совершенствованию организации практической подготовки

обучающихся Университета и предоставляет заведующему кафедрой в течение одного месяца после окончания практики;

- ✓ организует проведение организационного собрания с обучающимися по разъяснению порядка и сроков прохождения практик;
- ✓ отвечает за правильность и своевременность оформления финансовых документов, касающихся проведения практики.

Руководитель практики от профильной организации:

- ✓ согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- ✓ предоставляет рабочие места обучающимся, предоставляет оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающихся;
- ✓ обеспечивает безопасные условия реализации компонентов образовательной программы в форме практической подготовки, выполнение правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ составляет отзыв на обучающихся по окончании практики.

Руководитель практики от структурного подразделения Университета:

- ✓ обеспечивает проведение практики в соответствии с рабочей программой практики;
- ✓ согласовывает график проведения практики совместно с руководителем практики от кафедры;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка.

Обучающийся обязан:

В целях обеспечения своевременного проведения практики и выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан в установленные сроки до начала прохождения практики в профильной организации:

- ✓ являться на консультации (занятия) и собрания по практике;
- ✓ ознакомиться с информацией о закреплённом за группой руководителе по практической подготовке от кафедры, с рабочей программой

практики, списком профильных организаций, предоставляющих места проведения практики, размещенным на информационных площадках деканата;

- ✓ выбрать место проведения практики и согласовать его с руководителем по практической подготовке от кафедры;
- ✓ представить не позднее 30 дней до начала прохождения практики в деканат заполненное печатным шрифтом и подписанное руководителем по практической подготовке от кафедры заявление о направлении на практику установленной формы, а также согласие на обработку персональных данных. При прохождении практики в профильной организации, не включенной в перечень, рекомендованных Университетом, к заявлению прилагается подписанный со стороны организации в двух экземплярах договор о практической подготовке;
- ✓ при необходимости по устному запросу деканата представить письмо от имени профильной организации о предоставлении обучающемуся возможности прохождения практики).
- ✓ получить у руководителя по практической подготовке от кафедры индивидуальное задание на практику и рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ при необходимости до начала проведения практики получить в деканате официальное письмо-направление на практику.

В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке обучающийся обязан в период проведения практики в организации:

- ✓ проходить практику по месту и в сроки, установленные приказом о направлении на практику;
- ✓ посещать предусмотренные рабочей программой практики занятия;
- ✓ во время прохождения практики выполнять задания, предусмотренные рабочей программой практики и индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры, а также задания руководителя по практической подготовке от профильной организации в соответствии с рабочим графиком (планом) проведения практики;
- ✓ самостоятельно оформлять отчетные материалы по практике в соответствии с рабочей программой практики, индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры;
- ✓ соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, требования охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности;
- ✓ не разглашать полученную в период прохождения практики

информацию, являющуюся государственной, служебной, коммерческой, налоговой, банковской и иной тайной;

- ✓ не разглашать персональные данные, которые стали известны обучающемуся в период прохождения практики, в том числе при подготовке отчетных материалов по практике;
- ✓ соблюдать в период практики правила деловой этики и этикета, а также требования, предъявляемые к внешнему виду работников профильной организации, в которой проводится практика;
- ✓ подписать отчетные материалы по практике и получить характеристику о результатах прохождения практики у руководителя по практической подготовке в профильной организации или непосредственно от руководителя профильной организации (структурного подразделения профильной организации). Отчетные материалы по практике и характеристика с места прохождения практики должны быть заверены печатью организации. Если у организации нет печати, характеристика должна быть оформлена на фирменном бланке профильной организации;
- ✓ в случае неявки в организацию для прохождения практики уведомить руководителя по практической подготовке от кафедры, деканат о неявке на практику и причинах неявки.
- ✓ В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан по окончании прохождения практики в профильной организации:
- ✓ представить на кафедру для регистрации отчетные материалы по практике, рабочий график (план) проведения практики и характеристику с места прохождения практики в срок, установленный приказом о направлении на практику. Состав и требования к оформлению отчетных материалов определяются соответствующей рабочей программой практики;
- ✓ после проверки отчетных материалов руководителем по практической подготовке от кафедры устранить замечания, изложенные в отзыве при необходимости;
- ✓ в соответствии с расписанием явиться на промежуточную аттестацию по практике.

## **2. Структура учебной практики – ознакомительной практики**

### **2.1 Цель и задачи практики**

Целями учебной – ознакомительной практики являются получение профессиональных умений и навыков; закрепление теоретических и

практических знаний, полученных студентами при изучении дисциплин; ознакомление студентов с объектами профессиональной деятельности; изучение прав и обязанностей специалистов; ознакомление с организацией производства, производственных и технологических процессов; ознакомление с вопросами организации и планирования производства; способами сбора и обработки полученной информации.

Задачами учебной практики - практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности являются:

1) адаптация студентов к профессиональной деятельности по направлению подготовки;

2) ознакомление студентов с объектами профессиональной деятельности (федеральные, региональные и муниципальные структуры транспортно-дорожного комплекса);

3) ознакомление студентов с производственной средой и организацией производственных процессов на предприятиях транспорта;

4) ознакомление с нормативно-правовой базой осуществления перевозочной деятельности.

#### Профессиональные задачи

В области расчетно-проектной деятельности: реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявляет приоритеты решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности

В области производственно-технологической деятельности: эффективное использование материальных, финансовых и людских ресурсов при производстве конкретных работ.

## 2.2 Распределение рабочего времени на практике

Рабочее время обучающихся-практикантов определяется в соответствии с действующим в организации внутренним трудовым распорядком и режимом работы.

Структура и содержание учебной практики – ознакомительной практики представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура и содержание практики

№ п/п	Разделы (этапы) практики и виды работ	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов	Формы итогового контроля
1	2	3	4

1.	<i>Подготовительный этап</i> Проведение инструктажа по технике безопасности, ознакомительная лекция и получение индивидуального задания на практику	Определение порядка выполнения работ для решения поставленных задач	Зачёт с оценкой
2.	<i>Учебно-ознакомительный этап</i> Ознакомительные занятия; сбор и обработка материала, экскурсии	Работа с нормативно-правовой базой, на которую опираются автотранспортные предприятия в своей деятельности. На основе знания принципов технологических процессов уметь вносить предложения по изменению транспортно-технологических схем	
3.	<i>Заключительный этап</i> Оформление отчетной документации. Защита отчета	Использование программного обеспечения для формирования отчетной документации в соответствии с требованиями	

### 2.3 Содержание отчетной документации и порядок защиты отчёта по практике.

Для овладения теоретическими знаниями и приобретения практических навыков обучающийся-практикант обязан в полном объёме и в установленные сроки в соответствии с рабочим графиком (планом) (Приложение Е) выполнить программу практики и индивидуальное задание, а также нести ответственность за выполненную работу и её результаты. В ходе прохождения практики он должен регулярно и аккуратно вести дневник практики, в котором необходимо вести ежедневные записи о выполненной работе. Оформление титульного листа дневника и форма дневника приведены в Приложение А. По окончании практики обучающийся должен получить оценку работы непосредственного руководителя практики, заверенную подписью и печатью (Приложение Б). По итогам практики обучающемуся необходимо в установленные деканатом сроки сдать

письменный отчёт (Приложение В) с обязательным выполнением индивидуального задания (Приложение Г), дневник практики на проверку руководителю практики от кафедры университета. К ним прикладывается направление на прохождение практики (Приложение Д), в котором указываются даты прибытия обучающегося на практику и убытия обучающегося с практики. *Направление, характеристика и дневник могут быть оформлены в качестве приложения к отчету.*

Аттестация по итогам практик проводится на кафедре. Промежуточная аттестация проводится в форме, установленной учебным планом – зачет с оценкой.

Допуск обучающегося к аттестации осуществляется при наличии отчетных документов, оформленных в соответствии с необходимыми требованиями.

Аттестация проводится в соответствии с рабочей программой практики с целью проверки усвоения навыков и формирования компетенций в устной форме в виде собеседования.

По итогам аттестации выставляется оценка «зачтено» «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», которая вносится в ведомость и зачетную книжку руководителем практики от кафедры.

Итоговая оценка по практике ставится на основании характеристики обучающегося, оценки качества ведения отчетных документов по практике и результатов аттестации.

Оценка, полученная на аттестации по окончании практики, учитывается при назначении государственной академической стипендии.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, проходят практику по индивидуальному плану в свободное от обучения время.

Повторная промежуточная аттестация по итогам практики обучающихся может быть организована не более двух раз. Каждая неявка обучающегося на защиту практики приравнивается к академической задолженности.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного

пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

## **2.4 Структура и содержание отчёта**

*Титульный лист*

*Лист с индивидуальным заданием*

*График (план)*

*Содержание*

*Введение*

Рассматриваются цели и задачи практики, а также актуальность выполняемых на практике работ, исследований, полученных навыков и умений, их связь с реализуемыми в рамках страны, области задачами.

### *1. Транспортный комплекс страны.*

Рассматривается значимость транспорта в России, виды транспорта, составляющие транспортный комплекс страны, каковы особенности рациональности его использования в масштабе страны.

### *2. Структура транспортного комплекса Рязанской области.*

Указываются виды транспорта, которые входят в транспортный комплекс Рязани и области, развитие инфраструктуры транспорта в регионе.

### *3. Органы власти в сфере транспорта.*

Рассматриваются вопросы государственного регулирования транспортной деятельности. Цели, задачи, функции государственных структур в транспортной сфере.

### *4. Структура автотранспортного предприятия (АТП).*

Даётся структура управления автотранспортного предприятия. Более подробно рассматриваются функции структурных подразделений, занимающихся регулированием перевозочной деятельности автотранспортного предприятия.

#### *5. Нормативная документация автотранспортного предприятия (АТП).*

Указываются нормативно-правовые документы разных уровней (федерального, регионального), регламентирующие транспортную деятельность автотранспортных предприятий, в частности перевозочную.

#### *6. Организация, планирование и управление транспортными процессами.*

Описываются основы и принципы в организации, планировании и управления перевозочной деятельности автотранспортных предприятий, необходимая техническая документация предприятия для этих целей.

#### *Заключение*

Даются общие выводы, подводятся итоги рассматриваемых вопросов, в том числе, касающихся индивидуального задания.

#### *Список используемой литературы*

#### *Приложения*

### **2.5 Примерный перечень индивидуальных заданий**

1. Автомобильный транспорт, особенности и технология его использования
2. Виды городского пассажирского транспорта
3. Подвижной состав грузового автомобильного транспорта
4. Виды грузовых автомобильных перевозок и их классификация
5. Виды пассажирских автомобильных перевозок
6. Наиболее выгодные сферы деятельности автомобильного транспорта и возможные варианты его взаимодействия с другими видами транспорта.
7. Современное состояние управления автомобильными перевозками
8. Оперативное управление перевозками. Схема процесса управления.
9. Сущность и функции диспетчерского руководства работой подвижного состава
10. Документация, оформляемая диспетчерской службой.
11. Коммерческая служба и её роль в АТП
12. Договор на перевозку грузов, его содержание и значение.
13. Договор об организации транспортного обслуживания.
14. Технические средства связи для контроля работы подвижного состава.

15. Планирование перевозок на АТП
16. Осуществление контроля и его виды на АТП
17. Формы организации перевозок.
18. Основные нормативно-правовые документы, регламентирующие сферу транспортного обслуживания
19. Основные принципы технологии перевозочного процесса
20. Техническая служба автотранспортного предприятия, её структура и назначение подразделений
21. Экономическая служба автотранспортного предприятия, её структура и назначение подразделений

### **Индивидуальное задание оформляется в виде приложения к отчёту.**

#### **Общие положения по оформлению отчета по практике**

Отчет по практике является текстовым документом и должен быть оформлен в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегель) - 14. Тип шрифта - TimesNewRoman. Слева от текста оставляется поле в 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – по 20 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом равным 1,25 см.

Текст отчета разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена “Таблица 1” или “Таблица В.1”, если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например таблица 2.1.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово “таблица” с указанием ее номера.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

Пояснение каждого символа в формулах следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, за исключением формул, помещенных в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которую записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота записки. Если такое размещение невозможно, то рисунок располагают так, чтобы для его рассмотрения надо было повернуть записку по часовой стрелке.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела.

В конце текстового документа приводится список использованных источников.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Нумерация начинается с титульного листа. На титульном листе номер не ставится. Номера страниц проставляются внизу страницы по центру без точки.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты и т.д.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

Приложение должно иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

В списке использованных источников должно быть приведено библиографическое описание книг, статей и т.п., которые использовались в работе.

При отсылке к изданию, описание которого включено в библиографический список, в тексте документа после упоминания о нем проставляют в скобках номер, под которым оно значится в списке, например: [18]

## **Рекомендуемая литература**

### *Основная литература:*

1. Куликов, А. В. Общий курс транспорта : учебное пособие / А. В. Куликов, С. А. Ширяев, Л. Б. Миротин. — Волгоград : ВолгГТУ, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-9948-2301-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157233>

2. Троицкая, Наталья Александровна. Общий курс транспорта : учебник для студентов вузов / Троицкая, Наталья Александровна. - М. : Академия, 2014. - 176 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-4468-0543-3 : 506-34. - Текст (визуальный) : непосредственный.
3. Чубарова, И. А. Организация пассажирских перевозок : учебное пособие / И. А. Чубарова. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157941>
4. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448328>
5. Горев, Андрей Эдливич. Грузовые перевозки : учебник для студентов вузов / Горев, Андрей Эдливич. - 6-е изд. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - (Бакалавриат). - Библиогр. : с. 292-294. - ISBN 978-5-7695-99-47-7 : 646-93. Текст (визуальный) : непосредственный.
6. Пеньшин, Н. В. Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология транспортных процессов» / Н. В. Пеньшин. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 476 с. — ISBN 978-5-8265-1273-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63883.html>
7. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450332>

#### *Дополнительная литература*

1. Григоров, П. П. Грузоведение и грузовые перевозки : методические указания / П. П. Григоров, В. Д. Соколов. — Самара : СамГАУ, 2019. — 23 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123613>
2. Ковалев, В. А. Организация грузовых автомобильных перевозок. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Ковалев, А. И. Фадеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 188 с. - ISBN 978-5-7638-3062-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/505745>

3. Неруш, Ю. М. Логистика: теория и практика проектирования : учебник и практикум для вузов / Ю. М. Неруш, С. А. Панов, А. Ю. Неруш. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13563-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/465982>
4. Клепцова, Л. Н. Рынок транспортных услуг и качество транспортного обслуживания : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 226 с. — ISBN 978-5-906969-58-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
5. Экономика и организация автотранспортного предприятия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. В. Будрина [и др.] ; под редакцией Е. В. Будриной. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00943-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433330>

*Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет»*

ЭБС «Лань». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа:  
<http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>

Гарант – Режим доступа :<http://www.garant.ru>

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

eLIBRARY – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

ЭБ ИЦ «Академия» - <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Троицкий мост» - [http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all\\_books](http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books)

ЭБС «ZNANIUM.COM» - <http://znanium.com>

## **Приложения**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ  
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
 УНИВЕРСИТЕТ имени П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

**ДНЕВНИК**  
**прохождения практики обучающегося**

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество обучающегося)  
**Курс** \_\_\_\_\_ **Группа** \_\_\_\_\_  
**Направление подготовки** \_\_\_\_\_  
**Профиль подготовки** \_\_\_\_\_  
**Сроки практики** \_\_\_\_\_  
**Место прохождения практики** \_\_\_\_\_  
 (указывается полное наименование структурного подразделения Университета/  
 профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от профильной организации \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
 (должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

Содержание дневника

Дата	Вид работы, краткое содержание выполненной работы	Технические средства, на которых работал, используемые инструменты, оборудование	В качестве кого работал	Фактически выполнил, ч

Рязань, 20\_\_ г.

## ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от профильной организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от профильной организации  
\_\_\_\_\_ / И.О.Ф. /

Дата, подпись

Печать

Приложение В

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

\_\_\_\_\_ факультет

## ОТЧЕТ

### о прохождении практики

\_\_\_\_\_ вид (тип) практики

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

**Курс** \_\_\_\_\_ **Группа** \_\_\_\_\_

**Направление подготовки**

**Направленность (профиль)**

программы \_\_\_\_\_

**Сроки практики**

**Место прохождения практики**

(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/  
профильной организации, а также их фактический адрес)

**Руководитель практики от Университета** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(звание, подпись, Ф.И.О.)

**Руководитель практики от профильной организации**

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(должность, И.О.Ф., подпись)

**Отчет подготовлен** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(И.О.Ф. подпись)

Рязань 20 \_\_\_\_\_

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Автомобильный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность  
жизнедеятельности»

Индивидуальное задание

на учебную практику - ознакомительную практику

Тема

---

---

Студент \_\_\_\_\_

Направление подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Курс, группа \_\_\_\_\_

Задание выдал \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания: « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ год.

Подпись студента \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА» (ФГБОУ ВО РГАТУ)ул. Костычева, д.1, г. Рязань, Рязанская область, 390044 тел.: (4912) 35-35-01, 35-88-31 факс: (4912) 34-30-96, 34-08-42  
E-mail: [University@rgatu.ru](mailto:University@rgatu.ru) ОКПО 00493480, ОГРН 1026201074998, ИНН 6229000643

## НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ № \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ факультета \_\_\_\_\_ формы  
обучения \_\_\_\_\_

(Фамилия имя отчество)

Обучающийся по  
направлению (специальности) \_\_\_\_\_направляется на (в) \_\_\_\_\_  
(организация (учреждение) всех форм собственности)\_\_\_\_\_ района \_\_\_\_\_ области  
для прохождения\_\_\_\_\_ практики  
\_\_\_\_\_ вид (тип практики)

в соответствии с Договором № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Приказ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Срок практики с « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. по « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Специалист по УМР отдела учебных и производственных практик \_\_\_\_\_ О.В.Трушина  
М.П.

## Отметка о прибытии в пункты назначения и выбытия из них:

Выбыл из _____ ФГБОУ ВО РГАТУ _____	Прибыл в _____
« ____ » _____ 202__ г.	« ____ » _____ 202__ г.
М.П. Подпись _____	М.П. Подпись _____

Выбыл из _____	Прибыл в _____ ФГБОУ ВО РГАТУ _____
« ____ » _____ 202__ г.	« ____ » _____ 202__ г.
М.П. Подпись _____	М.П. Подпись _____

Рабочий график (план)  
проведения практики

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

---

---

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ые) задание(я))	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

**Руководитель практики от Университета**

---

(звание, подпись, Ф.И.О.)

**Руководитель практики от профильной  
организации**

---

(должность, подпись, Ф.И.О.)

Министерство сельского хозяйства РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность  
жизнедеятельности»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
*по выполнению заданий*  
*и подготовке отчета по итогам*  
*учебной практики – научно-исследовательской работы (получение*  
*первичных навыков научно-исследовательской работы)*

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*

Направление подготовки: *23.03.01*

*Технология транспортных процессов*

Направленность (Профиль) подготовки: *«Организация перевозок на  
автомобильном транспорте»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, 2023

Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 г. № 911

Разработчики:

доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» И.Н. Горячкина

Рецензент: доцент кафедры «Автотракторная техника и теплоэнергетика»  
О.О. Максименко

Рассмотрены на заседании кафедры «22» марта 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «ОТП и БЖД»

( кафедра)



В.В. Терентьев

(подпись)

(Ф.И.О.)

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов «22» марта 2023 г., протокол № 8



Председатель комиссии О.А. Тетерина

## Введение

Настоящие рекомендации являются методическим обеспечением учебной практики – *научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)* студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Практика студентов является важной составной частью учебного процесса, в результате которого осуществляется подготовка студентов к профессиональной деятельности.

Данные методические рекомендации определяют цель и задачи учебной практики – *научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)*, форму организации и специфику данного вида практики.

В процессе прохождения практики обучающиеся закрепляют теоретические знания, полученные ими в высшем учебном заведении, получают практические навыки в области организации и управления перевозочной деятельностью.

Процесс прохождения практики направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Наименование категории (группы) компетенций</b>	<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности
	ОПК-3	Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и	ОПК-3.1. Использует современные методы экспериментальных исследований

		наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний	и испытаний в профессиональной деятельности; ОПК-3.2. Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований процессов и испытаниях в профессиональной деятельности
--	--	---	--

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
ПК-1	Организация логистической деятельности по перевозке грузов в цепи поставок.	ПК-1.6. Основы системного анализа
ПК-2	Организация работы с подрядчиками на рынке транспортных услуг	ПК-2.6. Работать на персональном компьютере с применением необходимых программ
ПК-3	Организация процесса улучшения качества оказания логистических услуг по перевозке грузов в цепи поставок	ПК-3.3. Анализировать информацию и формировать отчеты
ПК-4	Организация	ПК-4.3. Способностью использовать

	работы с нормативно-правовыми актами и технической документацией	основные нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности, проводить поиск по источникам патентной информации. ПК-4.4. Способностью к кооперации с коллегами по работе в коллективе, к совершенствованию документооборота в сфере планирования и управления оперативной деятельностью транспортной организацией
ПК-5	Организации работы на транспортно-логистическом объекте	ПК-5.6. Способностью в работе в составе коллектива исполнителей по реализации управленческих решений в области организации производства и труда, организации работы по повышению научно-технических знаний ПК-5.7. Способностью к организации надзора и контроля состояния и эксплуатации подвижного состава, объектов транспортной инфраструктуры, выявлять резервы, устранять причины неисправностей и недостатков в работе, принимать меры по их устранению и повышению эффективности использования

### **1. Организационные основы учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)**

Сроки проведения учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) устанавливаются в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса на соответствующий учебный год с учетом требований образовательного стандарта.

Местами проведения учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) могут являться:

- структурные подразделения университета;
- предприятия, осуществляющие перевозочную деятельность в соответствии с профилем направления;
- организации, занимающиеся научно-исследовательской и проектной работой в области транспортного планирования и моделирования, организации дорожного движения.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест

прохождения учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) производится с учетом состояния здоровья и требования доступности.

Обучающиеся направляются на учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) приказом по университету в соответствии с договором, заключенным между университетом и предприятием.

Вопросами организации практики занимаются декан факультета и заведующий кафедрой совместно с отделом учебных и производственных практик Университета. Общее методическое руководство практикой осуществляется кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности».

Практическая подготовка обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ОВЗ производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

Непосредственное руководство учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) студентов возлагается:

- от университета – на научно-педагогических работников кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»;

- от предприятия – на директора или назначенного им руководителя практики от предприятия.

Перед отправлением обучающихся на учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) проводится инструктивно-методическое собрание (инструктаж о порядке прохождения практики; инструктаж по охране труда и технике безопасности; получение индивидуальных заданий, направлений на практику).

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от университета и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных

возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных.

Организация практики с применением дистанционных образовательных технологий осуществляется в связи с исключительными обстоятельствами (период сложной санитарно-эпидемиологической обстановки, карантин, другие непреодолимые обстоятельства).

Руководство практикой и контроль выполнения обучающимися рабочей программы практики при применении дистанционных образовательных технологий осуществляется в режиме онлайн.

Руководитель практики от кафедры:

- ✓ не позднее чем за два месяца до начала практики организует оформление документов о распределении обучающихся по местам практики;
- ✓ разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практической подготовки при проведении практики;
- ✓ составляет совместно с руководителем практики от профильной организации рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ обеспечивает организацию образовательной деятельности в форме практической подготовки при проведении практики;
- ✓ организует участие обучающихся в выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ принимает участие в распределении обучающихся по рабочим местам или перемещении их по видам работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ готовит предложения в проект приказа о направлении обучающихся на практику;
- ✓ оценивает результаты прохождения практики обучающимися;
- ✓ несет ответственность совместно с ответственным работником профильной организации за реализацию компонентов образовательной программы при проведении практики, за жизнь и здоровье обучающихся, соблюдение ими правил противопожарной

- безопасности, правил охраны труда;
- ✓ осуществляет контроль за соблюдением сроков прохождения практической подготовки при проведении практики и соответствия ее содержания требованиям, установленным соответствующей основной образовательной программой;
  - ✓ осуществляет контроль предоставления обучающимися характеристик от профильной организации и отчетов о прохождении практики по форме, установленной Университетом;
  - ✓ готовит отчет о прохождении практики и предложения по совершенствованию организации практической подготовки обучающихся Университета и предоставляет заведующему кафедрой в течение одного месяца после окончания практики;
  - ✓ организует проведение организационного собрания с обучающимися по разъяснению порядка и сроков прохождения практик;
  - ✓ отвечает за правильность и своевременность оформления финансовых документов, касающихся проведения практики.

*Руководитель практики от профильной организации:*

- ✓ согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- ✓ предоставляет рабочие места обучающимся, предоставляет оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающихся;
- ✓ обеспечивает безопасные условия реализации компонентов образовательной программы в форме практической подготовки, выполнение правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ составляет отзыв на обучающихся по окончании практики.

*Руководитель практики от структурного подразделения Университета:*

- ✓ обеспечивает проведение практики в соответствии с рабочей программой практики;
- ✓ согласовывает график проведения практики совместно с руководителем практики от кафедры;

- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка.

Обучающийся обязан:

В целях обеспечения своевременного проведения практики и выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан в установленные сроки до начала прохождения практики в профильной организации:

- ✓ являться на консультации (занятия) и собрания по практике;
- ✓ ознакомиться с информацией о закрепленном за группой руководителе по практической подготовке от кафедры, с рабочей программой практики, списком профильных организаций, предоставляющих места проведения практики, размещенным на информационных площадках деканата;
- ✓ выбрать место проведения практики и согласовать его с руководителем по практической подготовке от кафедры;
- ✓ представить не позднее 30 дней до начала прохождения практики в деканат заполненное печатным шрифтом и подписанное руководителем по практической подготовке от кафедры заявление о направлении на практику установленной формы, а также согласие на обработку персональных данных. При прохождении практики в профильной организации, не включенной в перечень, рекомендованных Университетом, к заявлению прилагается подписанный со стороны организации в двух экземплярах договор о практической подготовке;
- ✓ при необходимости по устному запросу деканата представить письмо от имени профильной организации о предоставлении обучающемуся возможности прохождения практики).
- ✓ получить у руководителя по практической подготовке от кафедры индивидуальное задание на практику и рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ при необходимости до начала проведения практики получить в деканате официальное письмо-направление на практику.

В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке обучающийся обязан в период проведения практики в организации:

- ✓ проходить практику по месту и в сроки, установленные приказом о направлении на практику;

- ✓ посещать предусмотренные рабочей программой практики занятия;
- ✓ во время прохождения практики выполнять задания, предусмотренные рабочей программой практики и индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры, а также задания руководителя по практической подготовке от профильной организации в соответствии с рабочим графиком (планом) проведения практики;
- ✓ самостоятельно оформлять отчетные материалы по практике в соответствии с рабочей программой практики, индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры;
- ✓ соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, требования охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности;
- ✓ не разглашать полученную в период прохождения практики информацию, являющуюся государственной, служебной, коммерческой, налоговой, банковской и иной тайной;
- ✓ не разглашать персональные данные, которые стали известны обучающемуся в период прохождения практики, в том числе при подготовке отчетных материалов по практике;
- ✓ соблюдать в период практики правила деловой этики и этикета, а также требования, предъявляемые к внешнему виду работников профильной организации, в которой проводится практика;
- ✓ подписать отчетные материалы по практике и получить характеристику о результатах прохождения практики у руководителя по практической подготовке в профильной организации или непосредственно от руководителя профильной организации (структурного подразделения профильной организации). Отчетные материалы по практике и характеристика с места прохождения практики должны быть заверены печатью организации. Если у организации нет печати, характеристика должна быть оформлена на фирменном бланке профильной организации;
- ✓ в случае неявки в организацию для прохождения практики уведомить руководителя по практической подготовке от кафедры, деканат о неявке на практику и причинах неявки.
- ✓ В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан по окончании прохождения практики в профильной организации:
- ✓ представить на кафедру для регистрации отчетные материалы по практике, рабочий график (план) проведения практики и характеристику с места прохождения практики в срок, установленный приказом о направлении на практику. Состав и требования к

оформлению отчетных материалов определяются соответствующей рабочей программой практики;

- ✓ после проверки отчетных материалов руководителем по практической подготовке от кафедры устранить замечания, изложенные в отзыве при необходимости;
- ✓ в соответствии с расписанием явиться на промежуточную аттестацию по практике.

## **2. Структура учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)**

### **2.1 Цель и задачи практики**

Целями учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) являются получение первичных навыков научно-исследовательской работы по обследованию транспортных потоков или пассажиропотоков, а также закрепление теоретических и практических знаний, полученных студентами в ходе изучения профессиональных дисциплин, предусмотренных учебным планом направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» по профилю «Организация перевозок на автомобильном транспорте», приобретение практического опыта и знаний, приобретение навыков коммуникационной деятельности в производственном коллективе; ознакомление с организацией производства, производственных и технологических процессов.

Задачами учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) являются:

- изучение состояния действующих систем организации и управления транспортными системами;

- изучение нормативно-правовых документов, действующих в области организации перевозок на автомобильном транспорте, организации дорожного движения;

- расширение технического и организационного кругозора обучающихся, сбор и первичная обработка материалов;

- изучение методов обследования транспортных потоков и пассажиропотоков;

- изучение работы, проводимой в направлениях организации труда, обеспечения экологической безопасности, безопасности жизнедеятельности, соблюдения норм трудового законодательства.

#### **Профессиональные задачи**

В области расчетно-проектной деятельности: реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей,

построении структуры их взаимосвязей, выявляет приоритеты решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем;

В области производственно-технологической деятельности: анализирует состояние действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков; обеспечивает безопасность перевозочного процесса в различных условиях; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств.

## 2.2 Распределение рабочего времени на практике

Рабочее время обучающихся-практикантов определяется в соответствии с действующим на предприятии внутренним трудовым распорядком и режимом работы.

Структура и содержание учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура и содержание учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

№ п/п	Разделы (этапы) практики и виды работ	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов	Формы итогового контроля
1	2	3	4
1.	<i>Подготовительный этап</i> Организационное собрание. Ознакомление с программой практики. Получение индивидуального задания обучающегося на время прохождения практики Проведение инструктажа по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также	Определение порядка выполнения работ	Зачёт с оценкой

	правилами внутреннего трудового распорядка		
2.	<p><i>Производственный (исследовательский и экспериментальный) этап</i></p> <p>Мероприятия по сбору, обработке, систематизации и анализу фактического и литературного материала.</p> <p>Наблюдения, измерения, выполняемые по заданию преподавателя</p>	<p>Работа с программными комплексами.</p> <p>Исследования характеристик транспортных и пассажиропотоков.</p> <p>Использование современной аппаратуры, научного оборудования для проведения испытаний и обработки результатов.</p> <p>Применение правил пользования стандартами и другой нормативной документацией, справочной литературой. Анализ исполнения трудового законодательства, а также правил и норм охраны труда на предприятии и экологической безопасности.</p>	
3.	<p><i>Заключительный этап</i></p> <p>Оформление отчетной документации</p>	<p>Использование программного обеспечения для формирования отчетной</p>	

		документации в соответствии с требованиями	
--	--	--	--

### **2.3. Рекомендации по обследованию организации работы пассажирского транспорта и проведению обследований интенсивности транспортных потоков**

Целью данных исследований, включающих обследование пассажиропотоков, транспортных потоков, используемого подвижного состава, работы транспортных средств на маршруте, качества обслуживания и т.д., является получение информации для анализа существующей организации пассажирских перевозок и последующего решения задач по ее совершенствованию. Ввиду большой трудоемкости работ по обследованию пассажиропотоков и транспортных потоков исследования проводятся на отдельных городских маршрутах и отдельных пересечениях. Основным используемым методом является экспериментальный.

Методика проведения обследования включает три этапа: подготовительный, собственно обследование, обработку результатов обследования.

На подготовительном этапе решаются задачи разработки форм и их тиражирования, определения состава участников обследования с распределением между ними функций, подготовки контингента учетчиков. Для внесения полученных в ходе обследования данных предлагаются три формы документов – по выходу транспортных средств на маршрут (форма И1, И2); по пассажиропотокам на маршруте (формы И3;И4; И5); по характеристике используемого транспортного средства на соответствие ГОСТ Р 51709, 51825, 51004 и качеству обслуживания пассажиров (форма И6). Данная документация оформляется на каждый обследуемый рейс.

Собственно обследование проводится непосредственно в подвижном составе, где учетчики фиксируют количество вошедших и вышедших пассажиров на каждой остановке в течение прямого и обратного рейсов, дату, госномер транспорта, время начала и окончания рейса, а также составляют протокол визуального обследования транспортного средства. Наполнение транспортных средств определяется по окончании рейса после суммирования учетных данных.

В дальнейшем, полученные в ходе обследования данные обрабатываются на компьютере. Результаты обработки позволяют судить об общем пассажиропотоке на маршруте, о его распределении по часам суток, по дням недели, по длине маршрута, по направлениям; о пассажирообмене остановочных пунктов; об использовании вместимости автобусов; о сменности пассажиров на маршруте; о средней дальности поездки пассажира; о доходах на маршруте, а также составить объективное мнение об уровне организации перевозок – состояние и обустройство подвижного

состава, интервалы и частота движения, качество работы водителей, кондукторов и диспетчеров.

При проведении обследований интенсивности транспортных потоков используют следующую методику.

Замер интенсивности движения ТС необходимо производить для двух типов объекта:

- Тип 1 - в сечении дорог или улиц измеряются 2 направления движения (прямое и обратное) (рисунок 1)

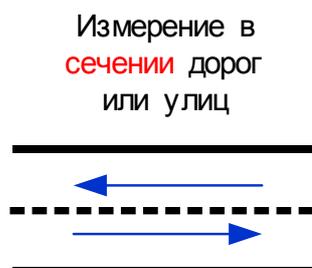


Рисунок 1

- Тип 2 - на перекрестках и развязках с замерами ТС по подходам (туда/обратно). Например на 4-х стороннем перекрестке замеры 8 направлений (4 подхода\*2 направления), на развязках- направления (подходы к развязке\*направления) (рисунок 2)

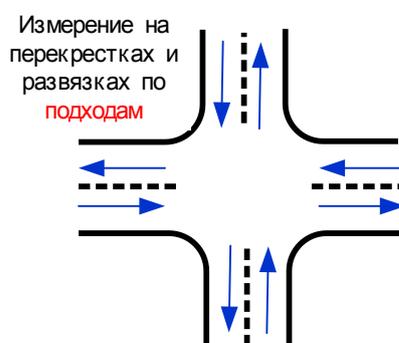


Рисунок 2

Замеры необходимо проводить в будние дни, за исключением праздничных дней:

- «Часовые» замеры проводятся в период с 11:00 до 17:00 (любые два часа в этот период).
- «Суточные» замеры производятся в период с 08:00 до 20:00.
- Замеры «на кордонах» производятся в период с 08:00 до 20:00.

Обработка замеров включает в себя визуальный подсчет ТС по видеоматериалам с последующей ручной отметкой количества транспорта в карточке учета (Приложение Ж). После выполнения визуального подсчета

ТС данные по интенсивности ТС переносятся из карточки учета (Приложение К) в электронный формуляр MS Excel (Приложение З).

## **2.4 Содержание отчётной документации и порядок защиты отчёта по практике.**

Для овладения теоретическими знаниями и приобретения практических навыков обучающийся-практикант обязан в полном объёме и в установленные сроки в соответствии с рабочим графиком (планом) (Приложение Е) выполнить программу практики и индивидуальное задание, а также нести ответственность за выполненную работу и её результаты. В ходе прохождения практики он должен регулярно и аккуратно вести дневник практики, в котором необходимо подробно освещать перемещения по рабочим местам предприятия и производить ежедневные записи о выполненной практической работе, описание рабочего места и оборудования, получаемые сведения по всем основным вопросам практики и ход выполнения индивидуального задания. Оформление титульного листа дневника и форма дневника приведены в Приложении А. По окончании практики обучающийся должен получить оценку работы непосредственного руководителя практики от предприятия, заверенную подписью и печатью (Приложение Б). По итогам практики обучающемуся необходимо оформить отчет (Приложение В) с обязательным выполнением индивидуального задания (Приложение Г) и в установленные деканатом сроки сдать его вместе с дневником практики на проверку руководителю практики от кафедры университета. К отчету прикладываются направление на прохождение практики (Приложение Д), в котором указываются даты прибытия обучающегося на практику и убытия обучающегося с практики. *Направление на практику, характеристику студента и дневник можно оформить в качестве приложения к отчету.*

Аттестация по итогам практик проводится на кафедре. Промежуточная аттестация проводится в форме, установленной учебным планом – зачет с оценкой.

Допуск обучающегося к аттестации осуществляется при наличии отчетных документов, оформленных в соответствии с необходимыми требованиями.

Аттестация проводится в соответствии с рабочей программой практики с целью проверки усвоения навыков и формирования компетенций в устной форме в виде собеседования.

По итогам аттестации выставляется оценка «зачтено» «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», которая вносится в ведомость и зачетную книжку руководителем практики от кафедры.

Итоговая оценка по практике ставится на основании характеристики обучающегося, оценки качества ведения отчетных документов по практике и результатов аттестации.

Оценка, полученная на аттестации по окончании практики, учитывается при назначении государственной академической стипендии.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, проходят практику по индивидуальному плану в свободное от обучения время.

Повторная промежуточная аттестация по итогам практики обучающихся может быть организована не более двух раз. Каждая неявка обучающегося на защиту практики приравнивается к академической задолженности.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

## **2.5 Структуры отчёта по практике на 2-м курсе очного отделения и 3-м курсе заочного отделения**

### **2.5.1 Структура отчета по практике при прохождении ее на предприятиях, осуществляющих пассажирские перевозки**

*Титульный лист*

## *Лист индивидуального задания*

### *График (план)*

### *Содержание*

#### *Введение*

Рассматриваются цели и задачи практики, а также актуальность выполняемых на практике работ, исследований, полученных навыков и умений, их связь с реализуемыми в рамках страны, области задачами.

#### *1. Характеристика предприятия*

Анализируется производственная деятельность, потенциальные клиенты, конкурентоспособность, списочный состав и техническое состояние автотранспорта, рассматриваются технико-экономические показатели подвижного состава, показатели перевозочной деятельности.

#### *2. Организация, планирование и управление деятельностью предприятия.*

Дается организационная структура управления автотранспортным предприятием с указанием всех связей и взаимодействий между подразделениями, а также их назначение и функции. Рассматриваются вопросы организации автомобильных перевозок, служба организации перевозок, подготовительные операции процесса перевозки, организация выпуска автотранспортных средств, методы организации перевозок, особенности организации перевозок пассажиров. Маршруты движения. Планирование и прогнозирование перевозочной деятельности. Логистические подходы к перевозке пассажиров. Рассматривается оперативное управление перевозками пассажиров, системы контроля и регулирования движения.

##### *2.1 Обследование пассажиропотоков на маршрутах*

Описывается методика проведения обследований пассажиропотоков на предприятии и указываются полученные результаты собственных обследований.

##### *2.2 Обследование пассажирообмена остановочных пунктов*

Описывается методика проведения обследований пассажирообмена остановочных пунктов и указываются полученные результаты собственных обследований.

##### *2.3 Обследование работы транспортных средств на маршрутах.*

Дается оценка состояния транспортных средств (автобусов, троллейбусов, такси и др.), работающих на маршрутах.

##### *2.4 Мероприятия по совершенствованию перевозочной деятельности.*

На основании проведенных обследований и выявленных недостатков предлагаются механизмы и даются рекомендации по совершенствованию перевозочной деятельности предприятия.

#### *3. Экономическая эффективность*

Указываются основные технико-экономические показатели, учитываемые при оценке экономической эффективности на данном предприятии.

Дается оценка и анализ эффективности перевозок пассажиров.

Прибыль, рентабельность, окупаемость, потребность в капиталовложениях применительно к предприятию.

#### *4. Охрана труда и экологическая безопасность.*

Рассматриваются вопросы соблюдения охраны труда на предприятии: проведение инструктажей, соблюдение режима труда и отдыха, правил техники безопасности, в т.ч. и на рабочем месте, выдача средств индивидуальной защиты, соблюдение нормативов по показателям микроклимата, освещения, загазованности, запылённости и пр. Расследование несчастных случаев. Меры по соблюдению экологической безопасности окружающей среды на предприятии.

#### *Заключение*

Даются общие выводы проделанной работе, достижению поставленных на практике целей.

#### *Список используемой литературы*

#### *Приложения*

### **2.5.2 Структура отчета по практике при прохождении ее в организациях, занимающихся научно-исследовательской и проектной работой в области транспортного планирования и моделирования**

#### *Титульный лист*

#### *Лист индивидуального задания*

#### *График (план)*

#### *Содержание*

#### *Введение*

Рассматриваются цели и задачи практики, а также актуальность выполняемых на практике работ, исследований, полученных навыков и умений, их связь с реализуемыми в рамках страны, области задачами.

#### *1. Характеристика предприятия*

Анализируются направления деятельности, производственная деятельность, организационная структура, потенциальные клиенты, конкурентоспособность, материально-техническая база организации, перспективы в развитии.

#### *2. Организация транспортного планирования и моделирования*

##### *2.1 Нормативная документация для разработки проектов по развитию транспортной инфраструктуры*

Приводится документация разных уровней (федерального, регионального, ведомственного), которая лежит в основе нормативно-правового регулирования в сфере организации дорожного движения в РФ, а также нормативно-технические подзаконные акты, которые должны учитываться при разработке проектов по организации дорожного движения и в целом по развитию транспортной инфраструктуры.

##### *2.2 Программное обеспечение, необходимое для моделирования транспортных ситуаций*

Приводятся наиболее популярные программные продукты, используемые в России, для решения проблем в градостроительной и

транспортной сферах с помощью моделирования. Кроме того, более детально рассматриваются программы, используемые непосредственно в организации.

### *2.3 Принципы и методы организации дорожного движения*

Рассматриваются основные принципы и методы организации дорожного движения, чтобы максимально избежать конфликтных ситуаций на дорогах.

### *2.4 Критерии и методы оценки эффективности мероприятий по организации движения*

Рассматриваются сами возможные мероприятия (инженерно-технические, градостроительные, организационные) по организации дорожного движения, а также критерии, показатели и методы оценки, позволяющие судить об их эффективности: экономической, социальной, экологической, а так же о безопасности дорожного движения.

### *2.5 Методы прогноза характеристик транспортных потоков*

Описываются методы прогноза, применение математических транспортных моделей, общая методология построения и работы с математическими транспортными моделями.

## *3. Особенности сбора исходных данных для построения модели транспортной системы*

### *3.1 Оценка интенсивности и состава транспортных потоков на УДС*

Описываются методики и замеры, в том числе и используемая непосредственно в ходе производственной практики, правила замера, схема объекта улично-дорожной сети, категории транспортных средств, учитываемые в замере, учетные карточки и сводные таблицы (примеры в Приложении К) с результатами оценки интенсивности и состава транспортных потоков.

### *3.2 Обследование пассажиропотоков и пассажирообмена*

Описываются методики проведения обследований пассажиропотоков и пассажирообмена, в том числе используемые в организации.

### *3.3 Системы мониторинга распределения транспортных средств*

Рассматриваются информационно-аналитические системы, которые используются для мониторинга ситуации и управления в транспортно-дорожном комплексе городов, состав этих систем, показатели, учитываемые при мониторинге, польза от мониторинга.

## *4. Разработка комплексной схемы организации дорожного движения (КСОДД)*

Цели и задачи разработки КСОДД, принципы разработки, мероприятия, реализуемые в рамках КСОДД.

## *5. Разработка проекта организации дорожного движения (ПОДД)*

Цели и задачи, причины разработки ПОДД, мероприятия, реализуемые в рамках ПОДД.

## *6. Разработка проекта комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ)*

Цель разработки, что включает ПКРТИ, этапы разработки.

#### *Заключение*

Даются общие выводы о проделанной работе, по достижению поставленных на практике целей.

#### *Список используемой литературы*

#### *Приложения*

### **2.6 Примерный перечень индивидуальных заданий**

1. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы автобусов на городском маршруте №1 «ж/д вокзал Рязань-1 – микр. Братиславский»
2. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы автобусов на городском маршруте № 2 «ж/д вокзал Рязань-2 - Кладбище Богородское»
3. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы автобусов на городском маршруте № 3 «ул. Братиславская – Ново-Рязанская ТЭЦ»
4. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы троллейбусов на городском маршруте № 5 «ул. Строителей – ул. Строителей»
5. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы троллейбусов на городском маршруте № 9 «Комбайновый завод – ЦПКиО»
6. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы троллейбусов на городском маршруте № 3 «Городская больница № 11 - Городская больница № 11»
7. Оценки интенсивности и состава транспортных потоков на участке УДС
8. Оценки интенсивности и состава транспортных потоков на участке УДС
9. Камеральная обработка видео с фиксацией различных групп ТС в заданные промежутки времени на объекте УДС.

### **3. Общие положения по оформлению отчета по практике**

Отчет по практике является текстовым документом и должен быть оформлен в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегель) - 14. Тип шрифта - TimesNewRoman. Слева от текста оставляется поле в 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – по 20 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом равным 1,25 см.

Текст отчета разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена “Таблица 1” или “Таблица В.1”, если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например таблица 2.1.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово “таблица” с указанием ее номера.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

Пояснение каждого символа в формулах следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, за исключением формул, помещенных в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которую записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота записки. Если такое размещение невозможно, то рисунок располагают так, чтобы для его рассмотрения надо было повернуть записку по часовой стрелке.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела.

В конце текстового документа приводится список использованных источников.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Нумерация начинается с титульного листа. На титульном листе номер не ставится. Номера страниц проставляются внизу страницы без точки.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты и т.д.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

Приложение должно иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

В списке использованных источников должно быть приведено библиографическое описание книг, статей и т.п., которые использовались в работе.

При отсылке к изданию, описание которого включено в библиографический список, в тексте документа после упоминания о нем проставляют в скобках номер, под которым оно значится в списке, например: [18]

## Рекомендуемая литература

### *Основная литература*

1. Антонова, Т. С. Транспортная логистика : учебное пособие / Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2018. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-1020-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
2. Корчагин, В. А. Определение пассажирских потоков на городском транспорте : учебное пособие / В. А. Корчагин, А. В. Гринченко. — Саратов : Вузовское образование, 2016. — 69 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/44389.html>
3. Чубарова, И. А. Организация пассажирских перевозок : учебное пособие / И. А. Чубарова. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157941>
4. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450332>
5. Транспортная логистика : учебное пособие / составители И. А. Новиков, А. Г. Шевцова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 98 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92303.html>

6. Бочкарев, А. А. Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для вузов / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04733-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453979>
7. Горев, Андрей Эдливич. Грузовые перевозки : учебник для студентов вузов / Горев, Андрей Эдливич. - 6-е изд. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - (Бакалавриат). - Библиогр. : с. 292-294. - ISBN 978-5-7695-99-47-7 : 646-93. Текст (визуальный) : непосредственный.
8. Касаткин, Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса : учебное пособие для высшей школы / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. — Москва : Академический Проект, 2015. — 352 с. — ISBN 5-8291-0384-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/36868.html>
9. Кузнецов, И. Н. Основы научных исследований: учебное пособие для бакалавров / И. Н. Кузнецов. - 5-е изд., пересмотр. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 282 с. - ISBN 978-5-394-03684-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093235>
10. Экономика и организация автотранспортного предприятия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. В. Будрина [и др.] ; под редакцией Е. В. Будриной. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00943-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433330>
11. Солодкий, А. И. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00634-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450644>
12. Клепцова, Л. Н. Менеджмент транспортного процесса : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-00137-164-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145142>
13. Резчиков, Е. А. Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / Е. А. Резчиков, А. В. Рязанцева. — 2-е изд., перераб. и доп. —

Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 639 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12794-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448325>

*дополнительная литература:*

1. Тюрин, Н. А. Транспортная инфраструктура. Автомобильный и железнодорожный транспорт : учебное пособие / Н. А. Тюрин, Л. Я. Громская. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-0796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71876>
2. Транспортная инфраструктура [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Технология транспортных процессов» по профилям «Организация перевозок на автомобильном транспорте» и «Организация безопасности движения» / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. - Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012.- URL : <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>
3. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448328>
4. Каракеян, В. И. Безопасность жизнедеятельности : учебник и практикум для вузов / В. И. Каракеян, И. М. Никулина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 313 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05849-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449720>
5. Безопасность дорожного движения и основы управления автомобилем в различных условиях : учебное пособие / В. Я. Дмитриев, Г. А. Дрягин, В. В. Метелкин, А. Н. Сафронов ; под редакцией В. Я. Дмитриев. — Омск : Омская академия МВД России, 2010. — 83 с. — ISBN 978-5-88651-490-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/36019.html>
6. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие для бакалавров / М. Ф. Шкляр. - 7-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-394-03375-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093533>

7. Сытых, Е. И. Транспортная инфраструктура : учебное пособие / Е. И. Сытых. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2019. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145714>
8. Экология : учебник и практикум для вузов / О. Е. Кондратьева [и др.]. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 283 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00769-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450582>
9. Басовский, Л. Е. Экономика отрасли : учеб. пособие / Л.Е. Басовский. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 145 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003464-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/941129>

*перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети*

*«Интернет»:*

ЭБС «Лань». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа:  
<http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>

Гарант – Режим доступа :<http://www.garant.ru>

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

eLIBRARY – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

ЭБ ИЦ «Академия» - <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Троицкий мост» - [http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all\\_books](http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books)

ЭБС «ZNANIUM.COM» - <http://znanium.com>

## **Приложения**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

**ДНЕВНИК**  
**прохождения практики обучающегося**

---

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки **23.03.01 «Технология транспортных процессов»**

Направленность (профиль) подготовки «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Сроки практики \_\_\_\_\_

Место прохождения практики

---

(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/  
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от предприятия \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

## Содержание дневника

Дата	Вид работы, краткое содержание выполненной работы	Технические средства, на которых работал, используемые инструменты, оборудование	В качестве кого работал	Фактически выполнил, ч

Рязань, 20\_\_ г.

Приложение Б

### ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от профильной организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от профильной организации  
\_\_\_\_\_ / И.О.Ф. /

Дата, подпись

Печать

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

\_\_\_\_\_ факультет

**ОТЧЕТ**

**о прохождении практики**

\_\_\_\_\_ вид (тип) практики

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_

Направленность (профиль)

программы \_\_\_\_\_

Сроки практики \_\_\_\_\_

Место прохождения практики

\_\_\_\_\_ (указывается полное наименование структурного подразделения Университета/  
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от Университета \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(должность, И.О.Ф., подпись)

Отчет \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ **подготовлен**  
(И.О.Ф. подпись)

Рязань 20\_\_\_\_\_

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность  
жизнедеятельности»

Индивидуальное задание

на \_\_\_\_\_ практику

\_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_

Направление подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Курс, группа \_\_\_\_\_

Задание выдал к.т.н., доцент Горячкина Ирина Николаевна

Дата выдачи задания: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ год.

Подпись студента \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА» (ФГБОУ ВО РГАТУ)**

ул. Костычева, д.1, г. Рязань, Рязанская область, 390044 тел.: (4912) 35-35-01, 35-88-31 факс: (4912) 34-30-96, 34-08-42

E-mail: [University@rgatu.ru](mailto:University@rgatu.ru) ОКПО 00493480, ОГРН 1026201074998, ИНН 6229000643

**НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ № \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.**

Студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ факультета \_\_\_\_\_ формы  
обучения \_\_\_\_\_

(Фамилия имя отчество)

Обучающийся по  
направлению (специальности) \_\_\_\_\_ на  
направляется \_\_\_\_\_ на  
(в) \_\_\_\_\_

(организация (учреждение) всех форм собственности)

\_\_\_\_\_ района \_\_\_\_\_ области  
для прохождения \_\_\_\_\_

практики

вид (тип практики)

в соответствии с Договором № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Приказ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Срок практики с « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. по « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**Специалист по УМР отдела учебных и производственных практик \_\_\_\_\_  
О.В.Трушина М.П.**

**Отметка о прибытии в пункты назначения и выбытия из них:**

Выбыл из \_\_\_\_\_ ФГБОУ ВО РГАТУ \_\_\_\_\_

Прибыл в \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

М.П. Подпись \_\_\_\_\_

М.П. Подпись \_\_\_\_\_

Выбыл из \_\_\_\_\_

Прибыл в \_\_\_\_\_ ФГБОУ ВО РГАТУ \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

М.П. Подпись \_\_\_\_\_

М.П. Подпись \_\_\_\_\_

Рабочий график (план)  
проведения практики

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

---

---

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ые) задание(я))	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

**Руководитель практики от Университета**

---

(звание, подпись, Ф.И.О.)

**Руководитель практики от профильной организации**

---

(должность, подпись, Ф.И.О.)

**КАРТОЧКА**

учета интенсивности движения транспорта (тип 1 - сечение)

в сечении на \_\_\_\_\_ ул.

в направлении от \_\_\_\_\_ к \_\_\_\_\_ ул.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202 года с " \_\_\_\_ " часов до " \_\_\_\_ " часов

Вид транспорта		Отметка о прохождении транспорта		
		направление	направление	всего
		сечение	сечение	
Трамвай				
Троллейбус				
Легковой транспорт				
Микроавтобус				
Автобус средней вместимости				
Автобус большой вместимости				
Грузовой транспорт (грузоподъемность)	грузоподъемности (<2т)			
	ой грузоподъемности (2-8т)			
	ой грузоподъемности (>8т) 3-мя и более осями			
ИТОГО				

## КАРТОЧКА

учета интенсивности движения транспорта (тип 2 – по подходам)

на \_\_\_\_\_ ул. при пересечении с \_\_\_\_\_ ул.

в направлении от \_\_\_\_\_ к \_\_\_\_\_ ул.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ года с " \_\_\_\_ " часов до " \_\_\_\_ " часов

Вид транспорта		Отметка о прохождении транспорта			
		Направление 1 от ул. _____ к ул. _____	Направление 2 от ул. _____ к ул. _____	Направление 3 от ул. _____ к ул. _____	Направление 4 от ул. _____ к ул. _____
Трамвай					
Троллейбус					
Легковой транспорт					
Микроавтобус					
Автобус средней вместимости					
Автобус большой вместимости					
Грузовой транспорт (грузоподъемность)	малой грузоподъемности (<2т)				
	средней грузоподъемности (2-8т)				
	большой грузоподъемности (>8т) с 3-мя и более осями				
<b>ИТОГО</b>					

## Приложение 3

### Шаблоны отчетной таблицы подсчетов для заполнения в электронном виде

(тип 1 – сечение)

№ точки	Порядковый номер подсчета	Название дороги	Направление	Учетчик ФИО	Дата	Час	Интенсивность ТС, ед/ч										Примечание			
							Легковые	Грузовые ТС				Автобусы				Сумма				
								Малой грузоподъемности (<2т)	Средней грузоподъемности (2-5т)	Большой грузоподъемности (2-5т)	Миниванов	Средней вместимости	Большой вместимости	Троллейбус	Трамвай					
1	1	A-180	от СПб к A-120	Иванов А.А.	02.02.2020	07:00-08:00	500	10	10	10	10	10	0			550				
		A-180	от A-120 к СПб				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0		
		A-120	от н.п. Жабино к A-180				...	...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-120	от A-180 к н.п. Жабино				...	...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			
3																				

(тип 2 – по подходам)

№ точки	Порядковый номер подсчета	Название дороги	Направление	Учетчик ФИО	Дата	Час	Интенсивность ТС, ед/ч										Примечание		
							Легковые	Грузовые ТС				Автобусы				Сумма			
								Малой грузоподъемности (<2т)	Средней грузоподъемности (2-5т)	Большой грузоподъемности (>5т)	Миниванов	Средней вместимости	Большой вместимости	Троллейбус	Трамвай				
1	1	A-180	от СПб к A-120	Иванов А.А.	02.02.2020	07:00-08:00	500	10	10	10	10	10	0			550			
		A-180	от A-120 к СПб				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-180	от A-120 к Кингисепп				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-180	от Кингисепп к A-120				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-120	от н.п. Варвароси к A-180				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-120	от A-180 к н.п. Варвароси				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-120	от н.п. Жабино к A-180				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-120	от A-180 к н.п. Жабино				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-180	от СПб к A-120	Иванов А.А.	03.02.2020	07:00-08:01										0			
		A-180	от A-120 к СПб				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-180	от A-120 к Кингисепп				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-180	от Кингисепп к A-120				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-120	от н.п. Варвароси к A-180				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
		A-120	от A-180 к н.п. Варвароси				...	...	...	...	...	...	...	...	0			0	
2	1	A-120	от н.п. Жабино к A-180												0				
	A-120	от A-180 к н.п. Жабино													0				
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			
3																			

## Приложение И

### Формы заполнения протоколов по обследованию организации работы пассажирского транспорта

#### И.1 Учетная карта движения автобусов по маршруту №

Дата \_\_\_\_\_

День недели \_\_\_\_\_

Время учета \_\_\_\_\_

Ответственный (ФИО) \_\_\_\_\_

№	Гос. номер автобуса	Марка автобуса	Время выезда автобуса на маршрут	Время возвращения с маршрута

### И.2 Таблица обследования работы такси

Дата «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Государственный номер автомобиля \_\_\_\_\_

Время выезда \_\_\_\_\_ Показания спидометра \_\_\_\_\_

Время заезда \_\_\_\_\_

Показания спидометра \_\_\_\_\_

№ посадки	Пробег при посадке пассажира, км	Время посадки, ч-мин.	Простой оплачиваемый, ч-мин.		Пробег при высадке пассажира, км	Время высадки, ч-мин	Число перевезённых пассажиров, чел.	Примечание
			начало	конец				

### И.3 Протокол обследования пассажиропотоков за рейс

Маршрут № \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ День недели \_\_\_\_\_

Время \_\_\_\_\_ Модель автобуса \_\_\_\_\_ Гос. номер \_\_\_\_\_

Погода \_\_\_\_\_ (сухо, дождь, снег)

Остановочные пункты	Прямое направление		Обратное направление	
	Количество вошедших	Количество вышедших	Количество вошедших	Количество вышедших

	пассажиров	пассажиров	пассажиров	пассажиров
Итого за рейс:				

#### И.4 Протокол обследования пассажиропотоков маршрута

Маршрут № \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ День недели \_\_\_\_\_

№ рейса	Пассажиропоток за рейс, пасс.		
	в прямом направлении	в обратном направлении	за оборотный рейс
1			
2			
3			

#### И.5 карточка изучения потоков пассажиров такси на стоянке

Время	Такси		Пассажиров		Избыток такси	Осталось пассажиров
	прибыло	убыло	прибыло	убыло		

#### И.6 Протокол визуального обследования транспортного средства

Маршрут № \_\_\_\_\_ День составления протокола \_\_\_\_\_ Время \_\_\_\_\_  
 Модель автобуса \_\_\_\_\_ Гос. номер \_\_\_\_\_

Параметры	Характеристика	Примечание
1 Класс используемого транспортного средства		
2 Количество пассажирских дверей		
3 Количество аварийных выходов		
4 Возможность открытия аварийных выходов вручную		
5 Наличие устройства быстрого удаления аварийного окна		
6 Наличие надписи «Аварийный выход»		
7 Наличие инструкции о способе		

пользования аварийным выходом на органах управления		
8 Возможность беспрепятственного доступа к аварийным дверям и окнам		
9 Наличие огнетушителей		
10 Наличие медицинской аптечки		
11 Освещение в салоне автобуса		
12 Надежность крепления поручней и ручек		
13 Возможность одновременного держания за два поручня (ручки) в любой точке салона		
14 Надежность крепления сидений		
15 Наличие указателей маршрута: - передний - боковой - задний		
16 Наличие схемы маршрута в салоне автобуса		
17 Информационные таблички ( № тел. транспортного предприятия, правила пользования п.с., места расположения кнопки экстренной остановки и т.д.)		
18 Звуковая информация (объявление остановок)		
19 Удобство расчета (наличие кондуктора, выдача билетов)		
20 Культура общения (поведение, курение, музыка)		
21 Чистота салона (наличие пыли, грязи, выхлопных газов в салоне, лишних предметов)		
22 Выполнение остановок на всех остановочных пунктах		
23 Продолжительность простоя на промежуточных остановочных пунктах		
24 Соблюдение технологии посадки-высадки пассажиров (заезд в остановочный карман)		

25 Соблюдение проезда по маршруту		
26 Культура вождения (торможение, разгон, повороты и т.д.)		

Предложения, пожелания

---

Приложение К

### К1. КАРТОЧКА

учета интенсивности движения транспорта

в сечении на \_\_\_\_\_ ул.

в направлении от \_\_\_\_\_ к \_\_\_\_\_ ул.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202 года с " \_\_\_\_ " часов до " \_\_\_\_ " часов

Вид транспорта	Отметка о прохождении транспорта		
	направление	направление	всего
	от ул. _____ к ул. _____	от ул. _____ к ул. _____	
	сечение	сечение	
Трамвай			
Троллейбус			
Легковой транспорт			
Микроавтобус			
Автобус средней вместимости			
Автобус большой вместимости			



Министерство сельского хозяйства РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организация транспортных процессов и безопасность  
жизнедеятельности»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
*по выполнению заданий*  
*и подготовке отчета по итогам*  
*производственной практики – научно-исследовательской работы*

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*

Направление подготовки: *23.03.01*

*Технология транспортных процессов*

Направленность (Профиль) подготовки: *«Организация перевозок на  
автомобильном транспорте»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, 2023

Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 г. № 911

Разработчики:

доцент кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» И.Н. Горячкина

Рецензент: доцент кафедры «Техническая эксплуатация транспорта»  
А.С. Колотов

Рассмотрены на заседании кафедры «22» марта 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «ОТП и БЖД»

( кафедра)



В.В. Терентьев

(подпись)

(Ф.И.О.)

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов «22» марта 2023 г., протокол № 8



Председатель комиссии О.А. Тетерина

## Введение

Настоящие рекомендации являются методическим обеспечением производственной практики – научно-исследовательской работы студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Практика студентов является важной составной частью учебного процесса, в результате которого осуществляется подготовка студентов к профессиональной деятельности.

Данные методические рекомендации определяют цель и задачи производственной практики – научно-исследовательской работы, форму организации и специфику данного вида практики.

В процессе прохождения практики обучающиеся закрепляют теоретические знания, полученные ими в высшем учебном заведении, получают практические навыки в области организации и управления перевозочной деятельностью.

Процесс прохождения производственной практики – научно-исследовательской работы направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Знает технологии самоорганизации во времени и способен их применять в жизнедеятельности; УК-6.2. Контролирует количество времени, потраченного на конкретные виды деятельности; вырабатывает инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, целей.
ОПК-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических и социальных ограничений на всех этапах жизненного цикла транспортно-технологических машин и комплексов	ОПК-2.1. Демонстрирует базовые знания экономики в сфере эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин; ОПК-2.2. Определяет экономическую эффективность внедрения и использования новых решений в сфере эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Демонстрирует знание современных технологий в профессиональной деятельности; ОПК-5.3. Обеспечивает безопасные условия выполнения производственных процессов

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1	Организация логистической деятельности по перевозке грузов в цепи поставок.	<p>ПК-1.8. Порядок разработки бизнес-планов</p> <p>ПК-1.13. Организация планирования услуг, этапов, сроков доставки</p> <p>ПК-1.14. Составление графиков грузопотоков, определение способов доставки, вида транспорта</p> <p>ПК-1.15. Систематизация документов, регламентирующих взаимодействие участников логистического процесса перевозки груза</p> <p>ПК-1.16. Разработка эффективных схем взаимоотношений в процессе оказания логистической услуги перевозки груза в цепи поставок</p> <p>ПК-1.17. Постановка целей, задач работникам подразделений, участвующим в процессе перевозке груза в цепи поставок</p>
ПК-2	Организация работы с подрядчиками на рынке транспортных услуг	ПК-2.3. Владеть иностранным языком на уровне, необходимом для компетентного решения производственных задач
ПК-3	Организация процесса улучшения качества оказания логистических услуг по перевозке грузов в цепи поставок	ПК-3.3. Анализировать информацию и формировать отчеты
ПК-4	Организация работы с нормативно-правовыми актами и технической документацией	ПК-4.1. Способностью к разработке и внедрению технологических процессов, использованию технической документации, распорядительных актов предприятия
ПК-5	Организации работы на транспортно-логистическом объекте	<p>ПК-5.1 Способностью к организации эффективной коммерческой работы на объекте транспорта, разработке и внедрению рациональных приемов работы с клиентом.</p> <p>ПК-5.2 Способностью к планированию и организации работы транспортных комплексов городов и регионов, составляющих единую транспортную систему, при перевозках пассажиров, багажа, грузобагажа и грузов</p> <p>ПК-5.3 Способностью к организации рационального взаимодействия различных видов транспорта в единой транспортной системе.</p> <p>ПК-5.4. Способностью применять, правовые, нормативно-технические и организационные основы организации перевозочного процесса и обеспечения</p>

		безопасности движения транспортных средств в различных условиях
ПК-6	Организация управленческой деятельности на транспортно-логистическом объекте	<p>ПК-6.1 Способностью к поиску путей повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев, развития инфраструктуры товарного рынка и каналов распределения.</p> <p>ПК-6.2 Способностью управлять запасами грузовладельцев распределительной транспортной сети.</p> <p>ПК-6.3 Способностью определять параметры оптимизации логистических транспортных цепей и звеньев с учетом критериев оптимальности.</p>

## **1. Организационные основы производственной практики – научно-исследовательской работы**

Сроки проведения производственной практики - научно-исследовательской работы устанавливаются в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса на соответствующий учебный год с учетом требований образовательного стандарта.

Местами проведения производственной практики - научно-исследовательской работы могут являться:

- структурные подразделения университета;
- предприятия, осуществляющие перевозочную деятельность в соответствии с направленностью (профилем) направления.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения производственной преддипломной практики производится с учетом состояния здоровья и требования доступности.

Обучающиеся направляются на производственную практику - научно-исследовательскую работу приказом по университету в соответствии с договором, заключенным между университетом и предприятием.

Вопросами организации практики занимаются декан факультета и заведующий кафедрой совместно с отделом учебных и производственных практик Университета. Общее методическое руководство практикой осуществляется кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности».

Непосредственное руководство производственной практикой - научно-исследовательской работой студентов возлагается:

- от университета – на научно-педагогических работников кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»;
- от предприятия – на директора или назначенного им руководителя практики от предприятия.

Перед отправлением обучающихся на производственную практику -

научно-исследовательскую работу проводится инструктивно-методическое собрание (инструктаж о порядке прохождения практики; инструктаж по охране труда и технике безопасности; получение индивидуальных заданий, направлений на практику).

Практическая подготовка обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ОВЗ производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Организация практики с применением дистанционных образовательных технологий осуществляется в связи с исключительными обстоятельствами (период сложной санитарно-эпидемиологической обстановки, карантин, другие непреодолимые обстоятельства).

Руководство практикой и контроль выполнения обучающимися рабочей программы практики при применении дистанционных образовательных технологий осуществляется в режиме онлайн.

*Руководитель практики от кафедры:*

- ✓ не позднее чем за два месяца до начала практики организует оформление документов о распределении обучающихся по местам практики;
- ✓ разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практической подготовки при проведении практики;
- ✓ составляет совместно с руководителем практики от профильной организации рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ обеспечивает организацию образовательной деятельности в форме практической подготовки при проведении практики;
- ✓ организует участие обучающихся в выполнении определенных видов

- работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ принимает участие в распределении обучающихся по рабочим местам или перемещении их по видам работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
  - ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
  - ✓ оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
  - ✓ готовит предложения в проект приказа о направлении обучающихся на практику;
  - ✓ оценивает результаты прохождения практики обучающимися;
  - ✓ несет ответственность совместно с ответственным работником профильной организации за реализацию компонентов образовательной программы при проведении практики, за жизнь и здоровье обучающихся, соблюдение ими правил противопожарной безопасности, правил охраны труда;
  - ✓ осуществляет контроль за соблюдением сроков прохождения практической подготовки при проведении практики и соответствия ее содержания требованиям, установленным соответствующей основной образовательной программой;
  - ✓ осуществляет контроль предоставления обучающимися характеристик от профильной организации и отчетов о прохождении практики по форме, установленной Университетом;
  - ✓ готовит отчет о прохождении практики и предложения по совершенствованию организации практической подготовки обучающихся Университета и предоставляет заведующему кафедрой в течение одного месяца после окончания практики;
  - ✓ организует проведение организационного собрания с обучающимися по разъяснению порядка и сроков прохождения практик;
  - ✓ отвечает за правильность и своевременность оформления финансовых документов, касающихся проведения практики.

*Руководитель практики от профильной организации:*

- ✓ согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- ✓ предоставляет рабочие места обучающимся, предоставляет оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей

профессиональной деятельностью обучающихся;

- ✓ обеспечивает безопасные условия реализации компонентов образовательной программы в форме практической подготовки, выполнение правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ составляет отзыв на обучающихся по окончании практики.

Руководитель практики от структурного подразделения Университета:

- ✓ обеспечивает проведение практики в соответствии с рабочей программой практики;
- ✓ согласовывает график проведения практики совместно с руководителем практики от кафедры;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка.

Обучающийся обязан:

В целях обеспечения своевременного проведения практики и выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан в установленные сроки до начала прохождения практики в профильной организации:

- ✓ являться на консультации (занятия) и собрания по практике;
- ✓ ознакомиться с информацией о закрепленном за группой руководителе по практической подготовке от кафедры, с рабочей программой практики, списком профильных организаций, предоставляющих места проведения практики, размещенным на информационных площадках деканата;
- ✓ выбрать место проведения практики и согласовать его с руководителем по практической подготовке от кафедры;
- ✓ представить не позднее 30 дней до начала прохождения практики в деканат заполненное печатным шрифтом и подписанное руководителем по практической подготовке от кафедры заявление о направлении на практику установленной формы, а также согласие на обработку персональных данных. При прохождении практики в профильной организации, не включенной в перечень, рекомендованных Университетом, к заявлению прилагается подписанный со стороны

- организации в двух экземплярах договор о практической подготовке;
- ✓ при необходимости по устному запросу деканата представить письмо от имени профильной организации о предоставлении обучающемуся возможности прохождения практики).
  - ✓ получить у руководителя по практической подготовке от кафедры индивидуальное задание на практику и рабочий график (план) проведения практики;
  - ✓ при необходимости до начала проведения практики получить в деканате официальное письмо-направление на практику.

В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке обучающийся обязан в период проведения практики в организации:

- ✓ проходить практику по месту и в сроки, установленные приказом о направлении на практику;
- ✓ посещать предусмотренные рабочей программой практики занятия;
- ✓ во время прохождения практики выполнять задания, предусмотренные рабочей программой практики и индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры, а также задания руководителя по практической подготовке от профильной организации в соответствии с рабочим графиком (планом) проведения практики;
- ✓ самостоятельно оформлять отчетные материалы по практике в соответствии с рабочей программой практики, индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры;
- ✓ соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, требования охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности;
- ✓ не разглашать полученную в период прохождения практики информацию, являющуюся государственной, служебной, коммерческой, налоговой, банковской и иной тайной;
- ✓ не разглашать персональные данные, которые стали известны обучающемуся в период прохождения практики, в том числе при подготовке отчетных материалов по практике;
- ✓ соблюдать в период практики правила деловой этики и этикета, а также требования, предъявляемые к внешнему виду работников профильной организации, в которой проводится практика;
- ✓ подписать отчетные материалы по практике и получить характеристику о результатах прохождения практики у руководителя по практической подготовке в профильной организации или непосредственно от руководителя профильной организации (структурного подразделения

профильной организации). Отчетные материалы по практике и характеристика с места прохождения практики должны быть заверены печатью организации. Если у организации нет печати, характеристика должна быть оформлена на фирменном бланке профильной организации;

- ✓ в случае неявки в организацию для прохождения практики уведомить руководителя по практической подготовке от кафедры, деканат о неявке на практику и причинах неявки.
- ✓ В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан по окончании прохождения практики в профильной организации:
- ✓ представить на кафедру для регистрации отчетные материалы по практике, рабочий график (план) проведения практики и характеристику с места прохождения практики в срок, установленный приказом о направлении на практику. Состав и требования к оформлению отчетных материалов определяются соответствующей рабочей программой практики;
- ✓ после проверки отчетных материалов руководителем по практической подготовке от кафедры устранить замечания, изложенные в отзыве при необходимости;
- ✓ в соответствии с расписанием явиться на промежуточную аттестацию по практике.

## **2. Структура производственной практики - научно-исследовательской работы**

### **2.1 Цель и задачи практики**

Целями производственной практики - научно-исследовательской работы являются закрепление основ теоретического обучения и практических навыков, полученных при выполнении практических и лабораторных работ, предшествующей практики; углубленное изучение методических, инструктивных и нормативных материалов, подготовка студента к решению организационно-технологических и управленческих задач на производстве; сбор материалов для выполнения выпускной квалификационной работы, приобретения выпускниками профессионального опыта, совершенствования компетенций, проверки их готовности к самостоятельной трудовой деятельности.

Задачами производственной практики - научно-исследовательской работы:

- приобретение навыков поиска инновационных решений в автотранспортной сфере;

- приобретение практических навыков организации и управления в структуре автотранспортного предприятия;
- приобретение практических навыков оценки результатов научно-проектных работ, внедрения их в производство;
- подбор и ознакомление с литературой, нормативами, положениями и другими источниками с учетом темы выпускной квалификационной работы;
- проведение работы, обеспечивающей сбор информации, необходимой для более качественного выполнения выпускной квалификационной работы;
- сбор и систематизация материала для разработки выпускной квалификационной работы.

#### Профессиональные задачи

В области расчетно-проектной деятельности: реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявляет приоритеты решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности; участвует в составе коллектива исполнителей: в разработке обобщенных вариантов решения производственной проблемы, анализе этих вариантов, прогнозировании последствий, нахождении компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности планирования реализации проекта; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем.

В области производственно-технологической деятельности: участвует в составе коллектива исполнителей в разработке, исходя из требований рыночной конъюнктуры и современных достижений науки и техники, мер по совершенствованию систем управления на транспорте; участвует в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа; анализирует состояние действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков; участвует в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления; разрабатывает и внедряет рациональные транспортно-технологические схемы доставки грузов на

основе принципов логистики; эффективно использует материальные, финансовые и людские ресурсы при производстве конкретных работ; обеспечивает безопасность перевозочного процесса в различных условиях; обеспечивает реализации действующих технических регламентов и стандартов в области перевозки грузов, пассажиров, грузобагажа и багажа; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств; участвует в составе коллектива исполнителей в контроле за соблюдением экологической безопасности транспортного процесса; организует обслуживания технологического оборудования; выполняет работы по одной или нескольким рабочим профессиям.

В области организационно-управленческой деятельности: организует оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение безопасности транспортных процессов, на разработку транспортно-технологических схем доставки грузов и пассажиров; осуществляет контроль за работой транспортно-технологических систем и управления системами организации движения; организует подготовку исходных данных для выбора и обоснования технических, технологических и организационных решений на основе экономического анализа, подготовка документации для создания системы менеджмента качества предприятия, проведении анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений и служб.

## 2.2 Распределение рабочего времени на практике

Рабочее время обучающихся-практикантов определяется в соответствии с действующим на предприятии внутренним трудовым распорядком и режимом работы.

Структура и содержание производственной практики – научно-исследовательской работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура и содержание производственной практики - научно-исследовательской работы

№ п/п	Разделы (этапы) практики и виды работ	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов	Формы итогового контроля
1	2	3	4

1.	<p><i>Подготовительный этап</i></p> <p>Организационное собрание. Ознакомление с программой практики. Получение индивидуального задания работы обучающегося на время прохождения практики. Проведение инструктажа по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка</p>	<p>С учетом знаний направлений развития и совершенствования технологических процессов, используемых на автотранспортных предприятиях, определение порядка выполнения работ в условиях предприятия для решения поставленных задач</p>	
2.	<p><i>Производственный (исследовательский) этап</i></p> <p>Мероприятия по сбору, обработке, систематизации и анализу фактического и литературного материала. Наблюдения, измерения, расчёты, выполняемые по заданию преподавателя</p>	<p>Осуществление подбора подвижного состава и погрузочно-разгрузочных средств для конкретных условий эксплуатации с обоснованием выбора. Организация доставки грузов или пассажиров с минимальными затратами, гарантией качества. Подбор рациональных способов оптимизации перевозок. Обеспечение максимально эффективного взаимодействия видов транспорта и всех участников доставки грузов при необходимости. Использование современных достижений науки и техники для совершенствования систем управления. Оценка влияния факторов внешней и внутренней среды</p>	<p>Зачёт с оценкой</p>

		<p>организации на принятие решений. Подбор и расчет показателей работы и развития транспортных систем; анализ технико-эксплуатационных, экономических и экологических показателей использования различных видов транспорта при выполнении перевозок. Проектирование маршрутов доставки грузов или пассажиров, поиск путей сокращения цикла выполнения работ. Технологические и экономические обоснование маршрутов и схем доставки. Использование современных информационных технологий в системе организации перевозок.</p>	
3.	<p><i>Заключительный этап</i></p> <p>Обобщение собранного материала в соответствии с программой практики. Оформление отчетной документации и защита отчета</p>	<p>Использование программного обеспечения для формирования отчетной документации в соответствии с требованиями.</p>	

2.3 Содержание отчетной документации и порядок защиты отчёта по практике.

Для овладения теоретическими знаниями и приобретения практических навыков обучающийся – практикант обязан в полном объёме и в установленные сроки в соответствии с рабочим графиком (планом) (Приложение Е) выполнить программу практики и индивидуальное задание,

основанное на теме ВКР (Приложение Ж), а также нести ответственность за выполненную работу и её результаты. В ходе прохождения практики он должен регулярно и аккуратно вести дневник практики, в котором необходимо подробно освещать перемещения по рабочим местам предприятия и производить ежедневные записи о выполненной практической работе, описание рабочего места и оборудования, получаемые сведения по всем основным вопросам практики и ход выполнения индивидуального задания. Оформление титульного листа дневника и универсальная форма дневника приведены в Приложение Б. По окончании практики обучающийся должен получить оценку работы непосредственного руководителя практики от предприятия, заверенную подписью и печатью (Приложение Г). По итогам практики обучающемуся необходимо оформить отчет (Приложение В) и в установленные деканатом сроки сдать его вместе с дневником практики на проверку руководителю практики от кафедры университета. К отчету прикладывается направление на прохождение практики (Приложение Д), в котором указываются даты прибытия обучающегося на практику и убытия обучающегося с практики. *Направление, характеристику и дневник можно оформить в качестве приложения к отчету.*

Аттестация по итогам практик проводится на кафедре. Промежуточная аттестация проводится в форме, установленной учебным планом – зачет с оценкой.

Допуск обучающегося к аттестации осуществляется при наличии отчетных документов, оформленных в соответствии с необходимыми требованиями.

Аттестация проводится в соответствии с рабочей программой практики с целью проверки усвоения навыков и формирования компетенций в устной форме в виде собеседования.

По итогам аттестации выставляется оценка «зачтено» «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», которая вносится в ведомость и зачетную книжку руководителем практики от кафедры.

Итоговая оценка по практике ставится на основании характеристики обучающегося, оценки качества ведения отчетных документов по практике и результатов аттестации.

Оценка, полученная на аттестации по окончании практики, учитывается при назначении государственной академической стипендии.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, проходят практику по индивидуальному плану в свободное от обучения время.

Повторная промежуточная аттестация по итогам практики обучающихся может быть организована не более двух раз. Каждая неявка обучающегося на защиту практики приравнивается к академической задолженности.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

## 2.4 Структура и содержание отчета

*Титульный лист*

*Лист с индивидуальным заданием*

*График (план)*

*Содержание*

*Введение*

Во введении отражаются цели и задачи преддипломной практики, современное состояние вопроса, которому посвящено индивидуальное задание, а также, актуальности темы выпускной квалификационной работы, которая лежит в основе производственного (исследовательского) этапа преддипломной практики

### *1. Аналитический раздел*

В данном разделе приводится характеристика предприятия, анализируется его производственная деятельность, потенциальные клиенты, конкурентоспособность, списочный состав и техническое состояние автомобилей, прицепов и полуприцепов по типам и маркам; рассматриваются технико-экономические показатели подвижного состава, показатели перевозочной деятельности. На основании анализа имеющейся информации обосновывается актуальность и необходимость разработки темы выпускной квалификационной работы.

## *2. Организационный раздел*

Даётся организационная структура управления автотранспортным предприятием с указанием всех связей и взаимодействий между подразделениями, а также их назначение и функции. Рассматриваются вопросы организации автомобильных перевозок, служба организации перевозок, подготовительные операции процесса перевозки, организация выпуска автомобилей, методы организации перевозок, особенности организации перевозок видов грузов, пассажиров, международных, междугородних перевозок, методы оптимизации в организации автомобильными перевозками. Маршруты движения. Планирование и прогнозирование перевозочной деятельности. Логистические подходы к перевозке грузов и пассажиров. Рассматривается управление, в т.ч. и оперативное, перевозками грузов и пассажиров, системы контроля и регулирования движения.

## *3. Технологический раздел*

Указываются виды грузовых и пассажирских перевозок, осуществляемые предприятием, автомобильные сообщения, циклы транспортного процесса, особенности технологии перевозок видов грузов и пассажиров. Грузы и грузопотоки, грузооборот. Пассажиропотоки и пассажирооборот. Погрузочно-разгрузочные и складские операции.

## *4. Экономический раздел*

Оценка и анализ эффективности перевозок грузов и пассажиров. Определение основных технико-экономических показателей, потребности в капиталовложениях, общей и расчетной прибыли, рентабельности, показателя окупаемости проектируемого мероприятия.

## *Заключение*

Делаются общие выводы по деятельности предприятия и необходимости

разработки темы выпускной квалификационной работы

*Список используемой литературы*

*Приложения*

## 2.5 Примерный перечень тематик

1. Совершенствование организации перевозок грузов промышленности, сельского хозяйства, строительства, торговли.
2. Совершенствование организации перевозок грузов сельского хозяйства.
3. Совершенствование организации перевозок грузов строительства.
4. Совершенствование организации перевозок грузов торговли.
5. Совершенствование организации перевозок скоропортящихся продуктов и опасных грузов.
6. Развитие и совершенствование перевозок грузов в контейнерах и пакетами на поддонах.
7. Развитие и совершенствование перевозок тяжеловесных и крупногабаритных грузов.
8. Развитие и совершенствование перевозок грузов в смешанном сообщении.
9. Эффективные методы использования погрузочно-разгрузочных машин и механизмов в организации транспортного процесса.
10. Совершенствование перевозок грузов на междугородных и международных маршрутах.
11. Развитие и совершенствование транспортно-экспедиционного обслуживания предприятий при перевозках грузов.
12. Совершенствование и развитие автобусных перевозок пассажиров в городах, сельских районах, на пригородных, междугородных и международных маршрутах.
13. Развитие и совершенствование перевозок пассажиров в смешанном сообщении.
14. Развитие и совершенствование обслуживания населения легковыми автомобилями-такси.
15. Развитие и совершенствование транспортно-экспедиционного обслуживания населения.
16. Формирование и функционирование рынка автотранспортных услуг.
17. Маркетинговая деятельность АТП.
18. Управление на автотранспорте.
19. Решение задач транспортного хозяйства по повышению качества обслуживания потребителей.
20. Эффективность применения рациональных видов тары при перевозке материально-технических ресурсов.
21. Экономическая эффективность мероприятий по развитию материально-технической базы транспорта.

22. Эколого-экономическая оценка природоохранной деятельности объектов транспортного хозяйства.

23. Альтернативы транспортировки и критерии выбора логистических посредников.

24. Повышения качества сервисных услуг на различных видах транспорта общего пользования.

25. Оценка эффективности функционирования транспорта общего пользования.

26. Повышение эффективности работы предприятий за счет применения логистических технологий доставки грузов.

27. Разработка транспортно-складской схемы доставки товаров в логистической системе распределения готовой продукции.

28. Разработка микрологистической модели функционирования транспортного предприятия с целью снижения уровня материальных запасов и оборотных средств.

29. Логистическое управление перевозками пассажиров на микро- и макроуровнях.

### **3. Общие положения по оформлению отчета по практике**

Отчет по практике является текстовым документом и должен быть оформлен в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегель) - 14. Тип шрифта - TimesNewRoman. Слева от текста оставляется поле в 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – по 20 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом равным 1,25 см.

Текст отчета разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена “Таблица 1” или “Таблица В.1”, если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например таблица 2.1.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово “таблица” с указанием ее номера.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

Пояснение каждого символа в формулах следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, за исключением формул, помещенных в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которую записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота записки. Если такое размещение невозможно, то рисунок располагают так, чтобы для его рассмотрения надо было повернуть записку по часовой стрелке.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела.

В конце текстового документа приводится список использованных источников.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Нумерация начинается с титульного листа. На титульном листе номер не ставится. Номера страниц проставляются внизу страницы по центру без точки.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты и т.д.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

Приложение должно иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Все приложения должны быть перечислены в содержании документа с указанием их номеров и заголовков следующим образом: Приложение А. Меню предприятия.

В списке использованных источников должно быть приведено библиографическое описание книг, статей и т.п., которые использовались в работе.

При отсылке к изданию, описание которого включено в библиографический список, в тексте документа после упоминания о нем

проставляют в скобках номер, под которым оно значится в списке, например:  
[18]

### Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Транспортно-экспедиционная деятельность : учебник и практикум для вузов / Л. И. Рогавичене [и др.] ; под редакцией Е. В. Будриной. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 369 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04168-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450755>
2. Брюханов, Ю. Г. Грузоведение : учебное пособие / Ю. Г. Брюханов, В. Ю. Зыкова, Ю. С. Боровская. — Новосибирск : СГУВТ, 2019. — 201 с. — ISBN 978-5-8119-0816-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147152>
3. Антонова, Т. С. Транспортная логистика : учебное пособие / Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2018. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-1020-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
4. Клепцова, Л. Н. Маркетинг на транспорте : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 245 с. — ISBN 978-5-00137-092-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133870>
5. Корчагин, В. А. Определение пассажирских потоков на городском транспорте : учебное пособие / В. А. Корчагин, А. В. Гринченко. — Саратов : Вузовское образование, 2016. — 69 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/44389.html>
6. Чубарова, И. А. Организация пассажирских перевозок : учебное пособие / И. А. Чубарова. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157941>
7. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450332>
8. Транспортная логистика : учебное пособие / составители И. А. Новиков, А. Г. Шевцова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 98 с. —

ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92303.html>

9. Бочкарев, А. А. Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для вузов / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04733-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453979>

10. Корчагин, В. А. Грузоведение на автомобильном транспорте. Часть 1 : учебное пособие / В. А. Корчагин, Д. И. Ушаков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 80 с. — ISBN 978-5-88247-531-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/22862.html>

11. Корчагин, В. А. Грузоведение на автомобильном транспорте. Часть 2 : учебное пособие / В. А. Корчагин, Д. И. Ушаков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 55 с. — ISBN 978-5-88247-662-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55629.html>

12. Горев, Андрей Эдливич. Грузовые перевозки : учебник для студентов вузов / Горев, Андрей Эдливич. - 6-е изд. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - (Бакалавриат). - Библиогр. : с. 292-294. - ISBN 978-5-7695-99-47-7 : 646-93. Текст (визуальный) : непосредственный.

13. Касаткин, Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса : учебное пособие для высшей школы / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. — Москва : Академический Проект, 2015. — 352 с. — ISBN 5-8291-0384-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/36868.html>

14. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 343 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3916-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/425228>

15. Крыжановский, Г. А. Моделирование транспортных процессов : учебное пособие / Г. А. Крыжановский. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2014. — 262 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145484>

16. Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 389 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02528-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450555>

17. Логистика : учебник для вузов / В. В. Щербаков [и др.] ; под редакцией В. В. Щербакова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 387 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00912-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452534>

18. Кузнецов, И. Н. Основы научных исследований : учебное пособие для бакалавров / И. Н. Кузнецов. - 5-е изд., пересмотр. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2020. - 282 с. - ISBN 978-5-394-03684-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093235>

19. Клепцова, Л. Н. Рынок транспортных услуг и качество транспортного обслуживания : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 226 с. — ISBN 978-5-906969-58-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>

20. Экономика и организация автотранспортного предприятия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. В. Будрина [и др.] ; под редакцией Е. В. Будриной. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00943-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433330>

21. Солодкий, А. И. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00634-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450644>

22. Ширяев, С. А. Транспортно-складские комплексы : учебное пособие / С. А. Ширяев, И. М. Рябов, А. М. Ковалев. — Волгоград : ВолгГТУ, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-9948-3578-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157234>

23. Клепцова, Л. Н. Менеджмент транспортного процесса : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-00137-164-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145142>

б) дополнительная литература:

1. Бочкарева, Н. А. Основы транспортно-экспедиционного обслуживания (ав-томобильный транспорт) : учебник / Н. А. Бочкарева. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 500 с. — ISBN 978-5-4486-0802-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81873.html>
2. Тюрин, Н. А. Транспортная инфраструктура. Автомобильный и железнодорожный транспорт : учебное пособие / Н. А. Тюрин, Л. Я. Громская. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-0796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71876>
3. Транспортная инфраструктура [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Технология транспортных процессов» по профилям «Организация перевозок на автомобильном транспорте» и «Организация безопасности движения» / Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, И. А. Успенский [и др.]. - Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012.- URL : <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>
4. Основы логистики: методические указания по выполнению расчетно-графических и лабораторных работ для студентов направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов» : методические указания / составители Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68437>
5. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448328>
6. Агешкина, Н. А. Грузоведение (наземный транспорт) : учебник / Н. А. Агешкина. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 318 с. — ISBN 978-5-4486-0619-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80363.html>
7. Григоров, П. П. Грузоведение и грузовые перевозки : методические указания / П. П. Григоров, В. Д. Соколов. — Самара : СамГАУ, 2019. — 23 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
8. Ковалев, В. А. Организация грузовых автомобильных перевозок. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Ковалев, А. И. Фадеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 188 с. - ISBN

978-5-7638-3062-0. - Текст : электронный. - URL:  
<https://znanium.com/catalog/product/505745>

9. Троицкая, Наталья Александровна. Общий курс транспорта : учебник для студентов вузов / Троицкая, Наталья Александровна. - М. : Академия, 2014. - 176 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-4468-0543-3 : 506-34. - Текст (визуальный) : непосредственный.

10. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450218>

11. Безопасность дорожного движения и основы управления автомобилем в различных условиях : учебное пособие / В. Я. Дмитриев, Г. А. Дрягин, В. В. Метелкин, А. Н. Сафронов ; под редакцией В. Я. Дмитриев. — Омск : Омская академия МВД России, 2010. — 83 с. — ISBN 978-5-88651-490-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/36019.html>

12. Конотопский, В. Ю. Логистика : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конотопский. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08448-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454556>

13. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие для бакалавров / М. Ф. Шкляр. - 7-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-394-03375-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093533>

14. Журавлева, Н. А. Рынок транспортных услуг : учебное пособие / Н. А. Журавлева. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2018. — 113 с. — ISBN 978-5-7641-1153-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138111>

15. Сытых, Е. И. Транспортная инфраструктура : учебное пособие / Е. И. Сытых. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2019. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145714>

16. Пункты взаимодействия на транспорте и транспортно-складские комплексы : учебное пособие / составители В. Е. Шведов [и др.]. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2019. — 54 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145653>

17. Цику, Б. Х. Финансы организаций : учебное пособие / Б. Х. Цику, С. О. Кушу. — Краснодар : Южный институт менеджмента, 2011. — 168 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/10310.html>

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

ЭБС «Лань». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа:  
<http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>

Гарант – Режим доступа :<http://www.garant.ru>

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

eLIBRARY – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

ЭБ ИЦ «Академия» - <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Троицкий мост» - [http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all\\_books](http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books)

ЭБС «ZNANIUM.COM» - <http://znanium.com>

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автомобильный факультет

**ДНЕВНИК**  
**прохождения практики обучающегося**

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_

Профиль подготовки \_\_\_\_\_

Сроки практики \_\_\_\_\_

Место прохождения практики

\_\_\_\_\_ (указывается полное наименование структурного подразделения Университета/  
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от профильной организации \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

Содержание дневника

Дата	Вид работы, краткое содержание выполненной работы	Технические средства, на которых работал, используемые инструменты, оборудование	В качестве кого работал	Фактически выполнил, ч

Рязань, 20\_\_ г.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

\_\_\_\_\_ факультет

**ОТЧЕТ**

**о прохождении практики**

\_\_\_\_\_ вид (тип) практики

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_

Направленность (профиль)

программы \_\_\_\_\_

Сроки практики \_\_\_\_\_

Место прохождения практики \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (указывается полное наименование структурного подразделения Университета/  
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от Университета \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(должность, И.О.Ф., подпись)

Отчет подготовлен \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(И.О.Ф. подпись)

Рязань 20 \_\_\_\_\_

## ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от профильной организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от профильной организации  
\_\_\_\_\_ / И.О.Ф. /

Дата, подпись

Печать

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА» (ФГБОУ ВО РГАТУ)**

ул. Костычева, д.1, г. Рязань, Рязанская область, 390044 тел.: (4912) 35-35-01, 35-88-31 факс: (4912) 34-30-96, 34-08-42  
E-mail: [University@rgatu.ru](mailto:University@rgatu.ru) ОКПО 00493480, ОГРН 1026201074998, ИНН 6229000643

**НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ № \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.**

Студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ факультета \_\_\_\_\_ формы  
обучения \_\_\_\_\_  
(Фамилия имя отчество)

Обучающийся по  
направлению (специальности) \_\_\_\_\_  
направляется на (в) \_\_\_\_\_  
(организация (учреждение) всех форм собственности)

\_\_\_\_\_ района \_\_\_\_\_ области  
для прохождения

\_\_\_\_\_ практики  
\_\_\_\_\_ вид (тип практики)

в соответствии с Договором № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Приказ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Срок практики с « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. по « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Специалист по УМР отдела учебных и производственных практик \_\_\_\_\_ **О.В.Трушина**  
М.П.

**Отметка о прибытии в пункты назначения и выбытия из них:**

Выбыл из _____ ФГБОУ ВО РГАТУ _____	Прибыл в _____
« ____ » _____ 202__ г.	« ____ » _____ 202__ г.
М.П. Подпись _____	М.П. Подпись _____

Выбыл из _____	Прибыл в _____ ФГБОУ ВО РГАТУ _____
« ____ » _____ 202__ г.	« ____ » _____ 202__ г.
М.П. Подпись _____	М.П. Подпись _____

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

---

---

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ые) задание(я))	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

**Руководитель практики от Университета**

---

(звание, подпись, Ф.И.О.)

**Руководитель практики от профильной организации** \_\_\_\_\_

(должность, подпись, Ф.И.О.)

Приложение Е

**Индивидуальное задание**  
на производственную практику - преддипломную практику

1. Тематика:
2. Основные этапы работы:

Подпись руководителя \_\_\_\_\_

Подпись обучающегося \_\_\_\_\_

Министерство сельского хозяйства РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность  
жизнедеятельности»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
*по выполнению заданий*  
*и подготовке отчета по итогам*  
*производственной практики – технологической (производственно-*  
*технологической) практики*

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*

Направление подготовки: *23.03.01*

*Технология транспортных процессов*

Направленность (Профиль) подготовки: *«Организация перевозок на  
автомобильном транспорте»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, 2023

Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 г. № 911

Разработчики:

доцент кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» И.Н. Горячкина

Рецензент: доцент кафедры «Автотракторная техника и теплоэнергетика»  
О.О. Максименко

Рассмотрены на заседании кафедры «22» марта 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «ОТП и БЖД»

( кафедра)



В.В. Терентьев

(подпись)

(Ф.И.О.)

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов «22» марта 2023 г., протокол № 8



Председатель комиссии О.А. Тетерина

## Введение

Настоящие рекомендации являются методическим обеспечением производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики* студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Практика студентов является важной составной частью учебного процесса, в результате которого осуществляется подготовка студентов к профессиональной деятельности.

Данные методические рекомендации определяют цель и задачи производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики*, форму организации и специфику данного вида практики.

В процессе прохождения практики обучающиеся закрепляют теоретические знания, полученные ими в высшем учебном заведении, получают практические навыки в области организации и управления перевозочной деятельностью.

Процесс прохождения практики направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Наименование категории (группы) компетенций</b>	<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Универсальные компетенции</b>	УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
ПК-1	Организация логистической	ПК-1.1. Правила и порядок оформления транспортно-сопроводительных,

	деятельности по перевозке грузов в цепи поставок.	транспортно-экспедиционных документов. ПК-1.2. Правила перевозки грузов по видам транспорта ПК-1.3. Особенности перевозки специальных, опасных, негабаритных грузов различными видами транспорта ПК-1.7 Назначение и функции различных подразделений организации ПК-1.9. Цели компании, распределение обязанностей в подразделении ПК-1.10. Основы логистики и управления цепями поставок ПК-1.12. Анализировать и проверять документы на соответствие правилам и порядку оформления транспортно-сопроводительных, транспортно-экспедиционных, страховых и претензионных документов, договоров, соглашений, контрактов
ПК-2	Организация работы с подрядчиками на рынке транспортных услуг	ПК-2.1. Порядок оказания логистической услуги ПК-2.2. Принципы прогнозирования и планирования в логистике ПК-2.4. Заключение договоров с подрядчиками - транспортно-экспедиционными организациями ПК-2.5. Контроль качества оказания услуг подрядчиком
ПК-3	Организация процесса улучшения качества оказания логистических услуг по перевозке грузов в цепи поставок	ПК-3.1. Основы корпоративного документооборота ПК-3.2. Правовые основы транспортно-логистической деятельности ПК-3.3. Анализировать информацию и формировать отчеты ПК-3.4. Организация мониторинга эффективности подрядчиков, переадресация им претензий клиента в случае некачественного сервиса со стороны подрядчика ПК-3.5. Взаимодействие с клиентами по качеству сервиса
ПК-5	Организации работы на транспортно-	ПК-5.5. способностью к организации рационального взаимодействия логистических посредников при

	логистическом объекте	перевозках пассажиров и грузов
--	-----------------------	--------------------------------

## 1. Организационные основы производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики

Сроки проведения производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики устанавливаются в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса на соответствующий учебный год с учетом требований образовательного стандарта.

Местами проведения производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики могут являться:

- структурные подразделения университета;
- предприятия, осуществляющие перевозочную деятельность в соответствии с профилем направления.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) производится с учетом состояния здоровья и требования доступности.

Обучающиеся направляются на производственную практику – технологическую (производственно-технологическую) практику приказом по университету в соответствии с договором, заключенным между университетом и предприятием.

Вопросами организации практики занимаются декан факультета и заведующий кафедрой совместно с отделом учебных и производственных практик Университета. Общее методическое руководство практикой осуществляется кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности».

Практическая подготовка обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ОВЗ производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

Непосредственное руководство производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики студентов возлагается:

- от университета – на научно-педагогических работников кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность

жизнедеятельности»;

- от предприятия – на директора или назначенного им руководителя практики от предприятия.

Перед отправлением обучающихся производственную практику – *технологическую (производственно-технологическую) практику* проводится инструктивно-методическое собрание (инструктаж о порядке прохождения практики; инструктаж по охране труда и технике безопасности; получение индивидуальных заданий, направлений на практику).

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от университета и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных.

Организация практики с применением дистанционных образовательных технологий осуществляется в связи с исключительными обстоятельствами (период сложной санитарно-эпидемиологической обстановки, карантин, другие непреодолимые обстоятельства).

Руководство практикой и контроль выполнения обучающимися рабочей программы практики при применении дистанционных образовательных технологий осуществляется в режиме онлайн.

#### Руководитель практики от кафедры:

- ✓ не позднее чем за два месяца до начала практики организует оформление документов о распределении обучающихся по местам практики;
- ✓ разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практической подготовки при проведении практики;
- ✓ составляет совместно с руководителем практики от профильной организации рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ обеспечивает организацию образовательной деятельности в форме практической подготовки при проведении практики;
- ✓ организует участие обучающихся в выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ принимает участие в распределении обучающихся по рабочим местам

или перемещении их по видам работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;

- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ готовит предложения в проект приказа о направлении обучающихся на практику;
- ✓ оценивает результаты прохождения практики обучающимися;
- ✓ несет ответственность совместно с ответственным работником профильной организации за реализацию компонентов образовательной программы при проведении практики, за жизнь и здоровье обучающихся, соблюдение ими правил противопожарной безопасности, правил охраны труда;
- ✓ осуществляет контроль за соблюдением сроков прохождения практической подготовки при проведении практики и соответствия ее содержания требованиям, установленным соответствующей основной образовательной программой;
- ✓ осуществляет контроль предоставления обучающимися характеристик от профильной организации и отчетов о прохождении практики по форме, установленной Университетом;
- ✓ готовит отчет о прохождении практики и предложения по совершенствованию организации практической подготовки обучающихся Университета и предоставляет заведующему кафедрой в течение одного месяца после окончания практики;
- ✓ организует проведение организационного собрания с обучающимися по разъяснению порядка и сроков прохождения практик;
- ✓ отвечает за правильность и своевременность оформления финансовых документов, касающихся проведения практики.

*Руководитель практики от профильной организации:*

- ✓ согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- ✓ предоставляет рабочие места обучающимся, предоставляет оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающихся;
- ✓ обеспечивает безопасные условия реализации компонентов

образовательной программы в форме практической подготовки, выполнение правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов;

- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ составляет отзыв на обучающихся по окончании практики.

Руководитель практики от структурного подразделения Университета:

- ✓ обеспечивает проведение практики в соответствии с рабочей программой практики;
- ✓ согласовывает график проведения практики совместно с руководителем практики от кафедры;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка.

Обучающийся обязан:

В целях обеспечения своевременного проведения практики и выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан в установленные сроки до начала прохождения практики в профильной организации:

- ✓ являться на консультации (занятия) и собрания по практике;
- ✓ ознакомиться с информацией о закрепленном за группой руководителе по практической подготовке от кафедры, с рабочей программой практики, списком профильных организаций, предоставляющих места проведения практики, размещенным на информационных площадках деканата;
- ✓ выбрать место проведения практики и согласовать его с руководителем по практической подготовке от кафедры;
- ✓ представить не позднее 30 дней до начала прохождения практики в деканат заполненное печатным шрифтом и подписанное руководителем по практической подготовке от кафедры заявление о направлении на практику установленной формы, а также согласие на обработку персональных данных. При прохождении практики в профильной организации, не включенной в перечень, рекомендованных Университетом, к заявлению прилагается подписанный со стороны организации в двух экземплярах договор о практической подготовке;

- ✓ при необходимости по устному запросу деканата представить письмо от имени профильной организации о предоставлении обучающемуся возможности прохождения практики).
- ✓ получить у руководителя по практической подготовке от кафедры индивидуальное задание на практику и рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ при необходимости до начала проведения практики получить в деканате официальное письмо-направление на практику.

В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке обучающийся обязан в период проведения практики в организации:

- ✓ проходить практику по месту и в сроки, установленные приказом о направлении на практику;
- ✓ посещать предусмотренные рабочей программой практики занятия;
- ✓ во время прохождения практики выполнять задания, предусмотренные рабочей программой практики и индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры, а также задания руководителя по практической подготовке от профильной организации в соответствии с рабочим графиком (планом) проведения практики;
- ✓ самостоятельно оформлять отчетные материалы по практике в соответствии с рабочей программой практики, индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры;
- ✓ соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, требования охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности;
- ✓ не разглашать полученную в период прохождения практики информацию, являющуюся государственной, служебной, коммерческой, налоговой, банковской и иной тайной;
- ✓ не разглашать персональные данные, которые стали известны обучающемуся в период прохождения практики, в том числе при подготовке отчетных материалов по практике;
- ✓ соблюдать в период практики правила деловой этики и этикета, а также требования, предъявляемые к внешнему виду работников профильной организации, в которой проводится практика;
- ✓ подписать отчетные материалы по практике и получить характеристику о результатах прохождения практики у руководителя по практической подготовке в профильной организации или непосредственно от руководителя профильной организации (структурного подразделения профильной организации). Отчетные материалы по практике и

характеристика с места прохождения практики должны быть заверены печатью организации. Если у организации нет печати, характеристика должна быть оформлена на фирменном бланке профильной организации;

- ✓ в случае неявки в организацию для прохождения практики уведомить руководителя по практической подготовке от кафедры, деканат о неявке на практику и причинах неявки.
- ✓ В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан по окончании прохождения практики в профильной организации:
- ✓ представить на кафедру для регистрации отчетные материалы по практике, рабочий график (план) проведения практики и характеристику с места прохождения практики в срок, установленный приказом о направлении на практику. Состав и требования к оформлению отчетных материалов определяются соответствующей рабочей программой практики;
- ✓ после проверки отчетных материалов руководителем по практической подготовке от кафедры устранить замечания, изложенные в отзыве при необходимости;
- ✓ в соответствии с расписанием явиться на промежуточную аттестацию по практике.

## **2. Структура производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики**

### **2.1 Цель и задачи практики**

Целями производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики* являются Целями производственной практики - технологической (производственно-технологической) практики являются получение закрепление теоретических и практических знаний, полученных студентами в ходе изучения профессиональных дисциплин, предусмотренных учебным планом направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» по профилю «Организация перевозок на автомобильном транспорте», приобретение практического опыта и знаний, профессиональных навыков планирования, организации и управления на рабочем месте, приобретение навыков коммуникационной деятельности в производственном коллективе; ознакомление с организацией производства, производственных и технологических процессов, расширение технического, организационного и управленческого кругозора студентов, изучение прав и обязанностей специалистов, выполнение (дублирование) функций специалиста;

ознакомление с вопросами организации и планирования производства, структурой управления.

Задачами производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики являются:

- изучение состояния действующих систем организации и управления транспортными системами;
- изучение нормативно-правовых документов, действующих в области организации перевозок на автомобильном транспорте;
- приобретения практического опыта и знаний, профессиональных навыков планирования, организации и управления производством;
- расширение технического, организационного и управленческого кругозора обучающихся, сбор и первичная обработка материалов;
- изучение общей производственной структуры грузового и (или) пассажирского предприятия;
- изучение работы служб, занятых организацией, контролем и управлением перевозками;
- изучение вопросов планирования и проведения анализа производственно-хозяйственной деятельности;
- изучение работы службы логистики и маркетинговых исследований;
- изучение технологического оборудования контроля за движением транспортных средств.

Профессиональные задачи

В области расчетно-проектной деятельности: реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявляет приоритеты решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем.

В области производственно-технологической деятельности: участие в составе коллектива исполнителей в разработке, исходя из требований рыночной конъюнктуры и современных достижений науки и техники, мер по совершенствованию систем управления на транспорте; участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа; анализ состояния действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков; обеспечение безопасности перевозочного процесса в различных условиях; обеспечение реализации действующих технических регламентов и стандартов в области перевозки грузов, пассажиров, грузобагажа и багажа; выполнение работы по одной или нескольким рабочим профессиям.

## 2.2 Распределение рабочего времени на практике

Рабочее время обучающихся-практикантов определяется в соответствии с действующим на предприятии внутренним трудовым распорядком и режимом работы.

Структура и содержание производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура и содержание производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики

№ п/п	Разделы (этапы) практики и виды работ	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов	Формы итогового контроля
1	2	3	4
1.	<i>Подготовительный этап</i> Организационное собрание. Ознакомление с программой практики. Получение индивидуального задания работы обучающегося на время прохождения практики. Проведение инструктажа по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка	С учетом знаний основ организации производства, труда и управления определение порядка выполнения работ в условиях предприятия для решения поставленных задач	Зачёт с оценкой
2.	<i>Производственный этап</i> Мероприятия по сбору, обработке, систематизации и анализу фактического и литературного материала.	Работа с нормативно-правовой базой, техническими документами и распорядительными актами автотранспортных предприятий; оформление первичной перевозочной документации;	

		<p>участие в составлении планов перевозок;</p> <p>комплексная оценка функционирования предприятия с учетом показателей эффективности (технико-эксплуатационных, экономических, экологических);</p> <p>выявление проблем организационного и технологического характера; анализ действующих систем управления; выбор и обоснование технических, технологических и организационных решений (мероприятий) в рамках предприятия транспорта с учетом экономической эффективности и обеспечения безопасности перевозочного процесса в различных условиях; анализ и выявление приоритетов решения задач; участие в разработке транспортно-технологических</p>	
--	--	---	--

		схемы доставки грузов с учетом оптимальной маршрутизации; работа по одной или нескольким рабочим профессиям в рамках предприятия	
3.	<i>Заключительный этап</i> Обобщение собранного материала в соответствии с программой практики. Оформление отчетной документации и защита отчета	Использование программного обеспечения для формирования отчетной документации в соответствии с требованиями	

### **2.3 Содержание отчётной документации и порядок защиты отчёта по практике.**

Для овладения теоретическими знаниями и приобретения практических навыков обучающийся-практикант обязан в полном объёме и в установленные сроки в соответствии с рабочим графиком (планом) (Приложение Е) выполнить программу практики и индивидуальное задание, а также нести ответственность за выполненную работу и её результаты. В ходе прохождения практики он должен регулярно и аккуратно вести дневник практики, в котором необходимо подробно освещать перемещения по рабочим местам предприятия и производить ежедневные записи о выполненной практической работе, описание рабочего места и оборудования, получаемые сведения по всем основным вопросам практики и ход выполнения индивидуального задания. Оформление титульного листа дневника и форма дневника приведены в Приложении А. По окончании практики обучающийся должен получить оценку работы непосредственного руководителя практики от предприятия, заверенную подписью и печатью (Приложение Б). По итогам практики обучающемуся необходимо оформить отчет (Приложение В) с обязательным выполнением индивидуального задания (Приложение Г) и в установленные деканатом сроки сдать его вместе с дневником практики на проверку руководителю практики от кафедры университета. К отчету прикладываются направление на прохождение практики (Приложение Д), в котором указываются даты прибытия обучающегося на практику и убытия обучающегося с практики.

*Направление на практику, характеристику студента и дневник можно оформить в качестве приложения к отчету.*

Аттестация по итогам практик проводится на кафедре. Промежуточная аттестация проводится в форме, установленной учебным планом – зачет с оценкой.

Допуск обучающегося к аттестации осуществляется при наличии отчетных документов, оформленных в соответствии с необходимыми требованиями.

Аттестация проводится в соответствии с рабочей программой практики с целью проверки усвоения навыков и формирования компетенций в устной форме в виде собеседования.

По итогам аттестации выставляется оценка «зачтено» «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», которая вносится в ведомость и зачетную книжку руководителем практики от кафедры.

Итоговая оценка по практике ставится на основании характеристики обучающегося, оценки качества ведения отчетных документов по практике и результатов аттестации.

Оценка, полученная на аттестации по окончании практики, учитывается при назначении государственной академической стипендии.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, проходят практику по индивидуальному плану в свободное от обучения время.

Повторная промежуточная аттестация по итогам практики обучающихся может быть организована не более двух раз. Каждая неявка обучающегося на защиту практики приравнивается к академической задолженности.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитывать и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

## **2.4 Структуры отчёта по практике**

*Титульный лист*

*График (план)*

*Лист индивидуального задания*

*Содержание*

*Введение*

Рассматриваются цели и задачи практики, а также актуальность выполняемых на практике работ, исследований, полученных навыков и умений, их связь с реализуемыми в рамках страны, области задачами

### *1. Характеристика и структура предприятия*

Анализируется производственная деятельность, потенциальные клиенты, конкурентоспособность, списочный состав и техническое состояние автотранспорта, рассматриваются технико-экономические показатели подвижного состава, показатели перевозочной деятельности, рассматривается структура предприятия.

### *2. Назначение, функции и структура службы эксплуатации предприятия*

Даётся структура службы эксплуатации конкретного предприятия. Общее назначение и функции её.

#### *2.1 Назначение, функции, документация диспетчерской службы предприятия*

Подробно описываются назначение, функции и работа диспетчерской службы предприятия с детальным рассмотрением документации, которую ведёт данная группа (образцы прикрепить в приложении к отчёту)

#### *2.2 Организация движения и выбор маршрута движения подвижного состава на предприятии*

Планирование и прогнозирование перевозочной деятельности. Маршруты движения транспорта конкретного предприятия.

#### *2.3 Организация выпуска подвижного состава на линию, составление графика движения на предприятии*

Подготовительные операции процесса перевозки, организация выпуска автотранспортных средств, методы организации перевозок, особенности организации перевозок на предприятии.

#### *2.4 Контроль работы водителей на линии.*

Системы контроля и регулирования движения подвижного состава, используемые на предприятии.

#### *2.5 Назначение, функции, документация коммерческой службы предприятия*

Подробно рассматриваются назначение, функции и работа коммерческой группы на предприятии с детальным рассмотрением документации, которую ведёт данная группа (образцы прикрепить в приложении к отчёту). Заключение договоров с транспортно-экспедиционными организациями (подрядчиками). Контроль качества оказания услуг подрядчиком. Организация мониторинга эффективности подрядчиков, переадресация им претензий клиента в случае некачественного сервиса. Взаимодействие с клиентами по качеству сервиса.

#### *2.6 Назначение, функции отдела логистики предприятия*

Подробно рассматриваются назначение, функции и работа логистической группы на предприятии с детальным рассмотрением документации, которую ведёт данная группа (образцы прикрепить в приложении к отчёту). Правовые основы транспортно-логистической деятельности. Принципы прогнозирования и планирования в логистике. Порядок оказания логистической услуги.

#### *3 Назначение, структура и функции подразделений технической службы предприятия*

Даётся структура технической службы конкретного предприятия с указанием назначения и функциями её подразделений, их взаимосвязями.

#### *4 Назначение, структура и функции подразделений экономической службы предприятия*

Даётся структура экономической службы конкретного предприятия с указанием назначения и функциями её подразделений, их взаимосвязями.

#### *Заключение*

Даются общие выводы проделанной работе, достижению поставленных на практике целей.

#### *Список используемой литературы*

#### *Приложения*

### **2.5 Примерный перечень индивидуальных заданий**

1. Права и обязанности работников отдела эксплуатации.
2. Оформление договора на перевозку груза.
3. Виды заявок за перевозку грузов и их содержание.
4. Правила: приема грузов к перевозке, пломбирования грузов, выдачи грузов, переадресовки грузов.
5. Составление сменно-суточного плана перевозок и графика работы водителей.
6. График выпуска транспортных средств на линию, выпуск и приём подвижного состава.
7. Виды путевых листов, порядок их заполнения и выдачи водителям.

8. Транспортная накладная: содержание, порядок выдачи. Другие товаросопроводительные документы.
9. Виды технологий грузовых автомобильных перевозок и их отличительные особенности.
10. Транспортно-технологическая карта доставки товаров, технологический график доставки товаров.
11. Транспортно-сопроводительные документы при перевозке опасных грузов.
12. Документация, на основании которой выполняются международные автомобильные перевозки.
13. Путевая документация при международных перевозках.
14. Тарифы на пассажирском транспорте.
15. Билетные системы и билеты автомобильного пассажирского транспорта.
16. Организация работы автомобильного пассажирского транспорта на городских маршрутах.
17. Перевозка пассажиров на пригородных и междугородных маршрутах.
18. Организация служебных перевозок.
19. Техничко-эксплуатационные показатели маршрутов автомобильного пассажирского транспорта.
20. Составление маршрутов и формирование маршрутной сети автомобильного пассажирского транспорта.
21. Составление расписания движения автомобильного пассажирского транспорта.
22. Порядок открытия, закрытия и изменения пассажирских перевозок.
23. Техничко-экономическое обоснование таксомоторных перевозок.
24. Расчёт доли легковых автомобилей-такси в освоении общегородского объема перевозок.
25. Определение экономической целесообразности открытия маршрутов маршрутных такси.
26. Требования техники безопасности и охраны труда на автотранспортном предприятии.
27. Расчёт показателей результатов работы автотранспортного предприятия.
28. Информационно-навигационные системы управления подвижными единицами.
29. Возможности использования сети Интернет при организации перевозок.
30. Система управления качеством предоставляемых услуг и работы автотранспортного предприятия.

### **3. Общие положения по оформлению отчета по практике**

Отчет по практике является текстовым документом и должен быть оформлен в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегель) - 14. Тип шрифта - TimesNewRoman. Слева от текста оставляется поле в 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – по 20 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом равным 1,25 см.

Текст отчета разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена “Таблица 1” или “Таблица В.1”, если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например таблица 2.1.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово “таблица” с указанием ее номера.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

Пояснение каждого символа в формулах следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, за исключением формул, помещенных в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которую записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота записки. Если такое размещение невозможно, то рисунок располагают так, чтобы для его рассмотрения надо было повернуть записку по часовой стрелке.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела.

В конце текстового документа приводится список использованных источников.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Нумерация начинается с

титульного листа. На титульном листе номер не ставится. Номера страниц проставляются внизу страницы без точки.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты и т.д.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

Приложение должно иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

В списке использованных источников должно быть приведено библиографическое описание книг, статей и т.п., которые использовались в работе.

При отсылке к изданию, описание которого включено в библиографический список, в тексте документа после упоминания о нем проставляют в скобках номер, под которым оно значится в списке, например: [18]

## Рекомендуемая литература

### *Основная литература*

1. Брюханов, Ю. Г. Грузоведение : учебное пособие / Ю. Г. Брюханов, В. Ю. Зыкова, Ю. С. Боровская. — Новосибирск : СГУВТ, 2019. — 201 с. — ISBN 978-5-8119-0816-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147152>
2. Антонова, Т. С. Транспортная логистика : учебное пособие / Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2018. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-1020-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
3. Клепцова, Л. Н. Маркетинг на транспорте : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 245 с. — ISBN 978-5-00137-092-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133870>
4. Чубарова, И. А. Организация пассажирских перевозок : учебное пособие / И. А. Чубарова. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157941>

5. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450332>
6. Транспортная логистика : учебное пособие / составители И. А. Новиков, А. Г. Шевцова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 98 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92303.html>
7. Бочкарев, А. А. Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для вузов / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04733-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453979>
8. Корчагин, В. А. Грузоведение на автомобильном транспорте. Часть 1 : учебное пособие / В. А. Корчагин, Д. И. Ушаков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 80 с. — ISBN 978-5-88247-531-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/22862.html>
9. Корчагин, В. А. Грузоведение на автомобильном транспорте. Часть 2 : учебное пособие / В. А. Корчагин, Д. И. Ушаков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 55 с. — ISBN 978-5-88247-662-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55629.html>
10. Горев, Андрей Эдливич. Грузовые перевозки : учебник для студентов вузов / Горев, Андрей Эдливич. - 6-е изд. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - (Бакалавриат). - Библиогр. : с. 292-294. - ISBN 978-5-7695-99-47-7 : 646-93. Текст (визуальный) : непосредственный.
11. Касаткин, Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса : учебное пособие для высшей школы / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. — Москва : Академический Проект, 2015. — 352 с. — ISBN 5-8291-0384-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/36868.html>

12. Логистика : учебник для вузов / В. В. Щербаков [и др.] ; под редакцией В. В. Щербакова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 387 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00912-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452534>
13. Клепцова, Л. Н. Рынок транспортных услуг и качество транспортного обслуживания : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 226 с. — ISBN 978-5-906969-58-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
14. Экономика и организация автотранспортного предприятия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. В. Бударина [и др.] ; под редакцией Е. В. Бударинной. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00943-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433330>
15. Солодкий, А. И. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00634-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450644>
16. Ширяев, С. А. Транспортно-складские комплексы : учебное пособие / С. А. Ширяев, И. М. Рябов, А. М. Ковалев. — Волгоград : ВолгГТУ, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-9948-3578-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157234>
17. Клепцова, Л. Н. Менеджмент транспортного процесса : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-00137-164-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145142>

*Дополнительная литература*

18. Тюрин, Н. А. Транспортная инфраструктура. Автомобильный и железнодорожный транспорт : учебное пособие / Н. А. Тюрин, Л. Я. Громская. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-0796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71876>
19. Транспортная инфраструктура [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению

- подготовки «Технология транспортных процессов» по профилям «Организация перевозок на автомобильном транспорте» и «Организация безопасности движения» / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. - Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012.- URL : <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>
20. Основы логистики: методические указания по выполнению расчетно-графических и лабораторных работ для студентов направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов» : методические указания / составители Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68437>
21. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448328>
22. Агешкина, Н. А. Грузоведение (наземный транспорт) : учебник / Н. А. Агешкина. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 318 с. — ISBN 978-5-4486-0619-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80363.html>
23. Григоров, П. П. Грузоведение и грузовые перевозки : методические указания / П. П. Григоров, В. Д. Соколов. — Самара : СамГАУ, 2019. — 23 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
24. Ковалев, В. А. Организация грузовых автомобильных перевозок. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Ковалев, А. И. Фадеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 188 с. - ISBN 978-5-7638-3062-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/505745>
25. Безопасность дорожного движения и основы управления автомобилем в различных условиях : учебное пособие / В. Я. Дмитриев, Г. А. Дрягин, В. В. Метелкин, А. Н. Сафронов ; под редакцией В. Я. Дмитриев. — Омск : Омская академия МВД России, 2010. — 83 с. — ISBN 978-5-88651-490-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/36019.html>

26. Конотопский, В. Ю. Логистика : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конотопский. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08448-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454556>
27. Журавлева, Н. А. Рынок транспортных услуг : учебное пособие / Н. А. Журавлева. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2018. — 113 с. — ISBN 978-5-7641-1153-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138111>
28. Сытых, Е. И. Транспортная инфраструктура : учебное пособие / Е. И. Сытых. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2019. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145714>
29. Цику, Б. Х. Финансы организаций : учебное пособие / Б. Х. Цику, С. О. Кушу. — Краснодар : Южный институт менеджмента, 2011. — 168 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/10310.html>
30. Экология : учебник и практикум для вузов / О. Е. Кондратьева [и др.]. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 283 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00769-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450582>
31. Басовский, Л. Е. Экономика отрасли : учеб. пособие / Л.Е. Басовский. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 145 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003464-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/941129>

*Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети*

*«Интернет»:*

ЭБС «Лань». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа:  
<http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>

Гарант – Режим доступа :<http://www.garant.ru>

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

eLIBRARY – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

ЭБ ИЦ «Академия» - <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Троицкий мост» - [http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all\\_books](http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books)

ЭБС «ZNANIUM.COM» - <http://znanium.com>

## **Приложения**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

**ДНЕВНИК**  
**прохождения практики обучающегося**

---

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки **23.03.01 «Технология транспортных процессов»**

Направленность (профиль) подготовки «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Сроки практики \_\_\_\_\_

Место прохождения практики

---

(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/  
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от предприятия \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

## Содержание дневника

Дата	Вид работы, краткое содержание выполненной работы	Технические средства, на которых работал, используемые инструменты, оборудование	В качестве кого работал	Фактически выполнил, ч

Рязань, 20\_\_ г.

Приложение Б

### ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от профильной организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от профильной организации  
\_\_\_\_\_ / И.О.Ф. /

Дата, подпись

Печать

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

\_\_\_\_\_ факультет

**ОТЧЕТ**

**о прохождении практики**

\_\_\_\_\_ вид (тип) практики

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_

Направленность (профиль)

программы \_\_\_\_\_

Сроки практики \_\_\_\_\_

Место прохождения практики \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (указывается полное наименование структурного подразделения Университета/  
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от Университета \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(должность, И.О.Ф., подпись)

Отчет \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ **подготовлен**  
(И.О.Ф. подпись)

Рязань 20\_\_\_\_\_

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность  
жизнедеятельности»

Индивидуальное задание

на \_\_\_\_\_ практику

\_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_

Направление подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Курс, группа \_\_\_\_\_

Задание выдал к.т.н., доцент Горячкина Ирина Николаевна

Дата выдачи задания: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ год.

Подпись студента \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА» (ФГБОУ ВО РГАТУ)**

ул. Костычева, д.1, г. Рязань, Рязанская область, 390044 тел.: (4912) 35-35-01, 35-88-31 факс: (4912) 34-30-96, 34-08-42

E-mail: [University@rgatu.ru](mailto:University@rgatu.ru) ОКПО 00493480, ОГРН 1026201074998, ИНН 6229000643

**НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ № \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.**

Студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ факультета \_\_\_\_\_ формы  
обучения \_\_\_\_\_

(Фамилия имя отчество)

Обучающийся по  
направлению (специальности) \_\_\_\_\_ на  
направляется \_\_\_\_\_ на  
(в) \_\_\_\_\_

(организация (учреждение) всех форм собственности)

\_\_\_\_\_ района \_\_\_\_\_ области  
для прохождения \_\_\_\_\_

практики

вид (тип практики)

в соответствии с Договором № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Приказ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Срок практики с « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. по « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**Специалист по УМР отдела учебных и производственных практик \_\_\_\_\_  
О.В.Трушина М.П.**

**Отметка о прибытии в пункты назначения и выбытия из них:**

Выбыл из \_\_\_\_\_ ФГБОУ ВО РГАТУ \_\_\_\_\_

Прибыл в \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

М.П. Подпись \_\_\_\_\_

М.П. Подпись \_\_\_\_\_

Выбыл из \_\_\_\_\_

Прибыл в \_\_\_\_\_ ФГБОУ ВО РГАТУ \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

М.П. Подпись \_\_\_\_\_

М.П. Подпись \_\_\_\_\_

Рабочий график (план)  
проведения практики

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

---

---

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ые) задание(я))	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

**Руководитель практики от Университета**

---

(звание, подпись, Ф.И.О.)

**Руководитель практики от профильной  
организации**

---

(должность, подпись, Ф.И.О.)

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**Учебное пособие**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПОДГОТОВКЕ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**

по направлению подготовки/специальности  
23.03.01 Технология транспортных процессов  
направленность (профиль) программы  
«Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань, 2018

УДК 378.2 (075.8)

ББК 74.58я73

П 441

*Рецензенты:*

*д.т.н. заведующий кафедрой «Автомобильная техника и теплоэнергетика»  
автомобильного факультета ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени П.А. Костычева»,*

*Юхин Иван Александрович*

*И.о. начальника управления транспорта администрации города Рязани, к.т.н.*

*Рогов Сергей Сергеевич*

*ФИО разработчиков:*

*Доцент кафедры «Организации транспортных процессов и безопасности  
жизнедеятельности» к.т.н. Андреев К.П.*

*Доцент кафедры «Организации транспортных процессов и безопасности  
жизнедеятельности» к.т.н. Терентьев В.В.*

*Доцент кафедры «Организации транспортных процессов и безопасности  
жизнедеятельности» к.т.н. Горячкина И.Н.*

*Зав. кафедры «Организации транспортных процессов и безопасности  
жизнедеятельности», д.т.н. Шемякин А.В.*

Программа по подготовке к государственному экзамену по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте» – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. –ЭБС РГАТУ

Программа по подготовке к государственному экзамену по направлению подготовки/специальности 23.03.01 Технология транспортных процессов, специализация «Организация перевозок на автомобильном транспорте» рассмотрена и утверждена на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, «31» августа 2018 г. Протокол №\_1\_

Председатель учебно-методической комиссии по специальности 23.03.01  
Технология транспортных процессов



Шемякин А.В.

(Подпись)

(Ф.И.О.)

## Оглавление

1. Введение .....	4
2. Основные понятия определения.....	6
3. Базовые требования к тестам .....	7
4. Структура текста .....	8
1. Спецификация теста .....	8
2. Правила оценки всего теста.....	9
5. Требования к формам ТЗ.....	10
Тестовое задание закрытой формы .....	10
Тестовое задание открытой формы .....	11
Тестовые задания на установление правильной последовательности.....	12
Тестовые задания на установление соответствия .....	12
6. Рекомендации по назначению нормы трудности ТЗ .....	12
7. Компетенции выпускника, формируемые в результате освоения программы бакалавриата и подлежащие оценке во время проведения междисциплинарного государственного экзамена.....	14
8. Методика оценивания сформированности компетенций.....	17
9. Учебные дисциплины выносимых на междисциплинарный государственный экзамен .....	22
10. Подготовка к государственному экзамену .....	23
11. Сдача государственного экзамена.....	27
12. Особенности проведения государственной итоговой аттестации в части сдачи государственного экзамена для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	28
13. Рекомендованная литература для подготовки к государственному экзамену .....	31
13.1. Основная литература .....	31
13.2. Дополнительная литература.....	35
13.3. Периодические издания.....	40
13.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	42
Приложения.....	43
Приложение 1 .....	44
Приложение 2 .....	45
Приложение 3 .....	47
<u>Приложение 4</u> .....	47

# 1. Введение

Государственная итоговая аттестация (ГИА) обучающихся по направлению подготовки/специальности 23.03.01 Технология транспортных процессов, направленность (профиль) программы «Организация перевозок на автомобильном транспорте» в ФГБОУ ВО РГАТУ установлена учебным планом основной образовательной программы 23.03.01 Технология транспортных процессов, направленность (профиль) программы «Организация перевозок на автомобильном транспорте» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и проводится в форме:

- государственного экзамена;
- выпускной квалификационной работы.

Порядок подготовки и проведения государственной итоговой аттестации регламентируется соответствующим Положением университета и Программой государственной итоговой аттестации выпускников, которая разрабатывается кафедрами факультета Автодорожного на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, и утверждается председателем учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Программа государственной итоговой аттестации доводится до сведения обучающихся всех форм обучения не позднее чем за шесть месяцев до начала государственной итоговой аттестации.

Для проведения государственной итоговой аттестации создаётся государственная экзаменационная комиссия. В состав государственной экзаменационной комиссии входят председатель указанной комиссии и не менее 4 членов указанной комиссии. Члены государственной экзаменационной комиссии являются ведущими специалистами - представителями работодателей или их объединений в области профессиональной деятельности по направлению подготовки/специальности 23.03.01 Технология транспортных процессов, направленность (профиль) программы «Организация перевозок на автомобильном транспорте» и (или) лицами, которые относятся к профессорско-преподавательскому

составу университета (иных организаций) и (или) к научным работникам университета (иных организаций) и имеют ученое звание и (или) ученую степень. Доля лиц, являющихся ведущими специалистами - представителями работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности (включая председателя государственной экзаменационной комиссии), в общем числе лиц, входящих в состав государственной экзаменационной комиссии, должна составлять не менее 50 процентов.

Для проведения апелляций по результатам государственных итоговых аттестационных испытаний в университете формируется апелляционная комиссия по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, направленность (профиль) программы «Организация перевозок на автомобильном транспорте».

Основной формой деятельности комиссий являются заседания. На заседаниях государственной экзаменационной комиссии без права голоса могут присутствовать ректор, первый проректор, научные руководители и рецензенты квалификационных работ, приглашаются преподаватели и обучающиеся старших курсов. На заседаниях государственной экзаменационной комиссии по приему государственного экзамена не допускается присутствие иных лиц, кроме выпускников, сдающих экзамен, членов государственной экзаменационной комиссии и лиц, указанных выше.

Деятельность государственной экзаменационной и апелляционной комиссий регламентируется соответствующим Положением, ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов в части, касающейся требований к государственной итоговой аттестации, учебно-методической документацией, разрабатываемой университетом на основе образовательного стандарта по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Срок проведения государственной итоговой аттестации устанавливается университетом в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием государственных итоговых аттестационных испытаний по основной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, направленность (профиль) программы «Организация перевозок на автомобильном транспорте», а также с учетом требований

соответствующего федерального государственного образовательного стандарта высшего образования в части, касающейся требований к государственной итоговой аттестации выпускников.

Не позднее чем за 30 календарных дней до дня проведения первого государственного итогового аттестационного испытания по представлению декана факультета Автодорожного приказом ректора утверждается расписание государственных итоговых аттестационных испытаний (далее – расписание), в котором указываются даты, время и место проведения государственных итоговых аттестационных испытаний и предэкзаменационных консультаций.

Деканат факультета Автодорожного доводит расписание до сведения обучающихся, председателя и членов государственной экзаменационной комиссии и апелляционной комиссии, секретаря государственной экзаменационной комиссии, руководителей и консультантов выпускных квалификационных работ. Факт ознакомления удостоверяется подписью.

При формировании расписания устанавливается перерыв между государственными итоговыми аттестационными испытаниями продолжительностью не менее 7 календарных дней.

Успешное прохождение государственной итоговой аттестации является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании.

## **2. Основные понятия определения**

**Тестирование** - (в теории) метод выявления и оценки уровня учебных достижений обучающихся, осуществляемый посредством стандартизированных материалов -тестовых заданий; (на практике) технологический процесс, реализуемый в форме алгоритмически упорядоченного взаимодействия студента с системой тестовых заданий и завершающийся оцениванием результатов.

**Тестовое задание (ТЗ)** - варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, сформулированная в утвердительной форме предложения с неизвестным. Подстановка правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает задание в истинное высказывание, подстановка

неправильного ответа приводит к образованию ложного высказывания, что свидетельствует о незнании студентом данного учебного материала.

**Трудность ТЗ** – количество мыслительных операций и характер логических связей между ними, характеризующих продолжительность поиска и нахождения верного решения.

**Тест** – система заданий, возрастающей трудности, специфической формы, позволяющая качественно и эффективно определить уровень и оценить структуру подготовленности тестируемого.

**Контролирующий тест** - тест, выступающий в качестве метода или способа измерения уровня и структуры знаний обучающихся.

**Банк тестовых заданий (БТЗ)** – логически упорядоченный набор тестовых заданий, позволяющих генерировать множество тестов.

**Спецификация теста** - система характеристик теста, отражающая его содержание и структуру.

**Надежность теста** – характеристика теста, свидетельствующая о постоянстве эмпирических измерений, то есть многократном повторении.

**Валидность теста** — действительная способность теста измерять ту характеристику, для диагностики которой он заявлен.

**Дистрактор** – близкий искомому по своему смыслу вариант ответа, но не являющийся таковым.

### **3. Базовые требования к тестам**

1. Соответствие требованиям ФГОС ВО и учебной программы дисциплины.
2. Соответствие количества ТЗ объему разделов и тем учебных дисциплин.
3. Постоянное обновление и пополнение БТЗ с целью сохранения надежности и отражения изменений в теории и практике учебных дисциплин.
4. Содержание ТЗ должно отражать знания, умения, навыки, которые необходимо проверить.
5. Содержание каждого ТЗ должно охватывать какую-либо одну смысловую единицу, то есть должно оценивать что-то одно.
6. Наличие ТЗ различной тестовой формы и категорий трудности.

7. Ориентация ТЗ на получение однозначного заключения.

8. Применение различных форм представления ТЗ, в том числе графических и мультимедийных (для компьютерного тестирования), если это обусловлено содержанием ТЗ.

9. Среднее время заключения студента на ТЗ не должно превышать 3 мин. Общее время на решение теста – не более 2,5 часов.

10. Соблюдение единого стиля оформления ТЗ, входящих в один тест.

## **4. Структура текста**

Основными структурными компонентами теста являются:

1. Спецификация теста
2. Инструкция для тестируемых
3. Основной текст
4. Инструкция для проверяющих

### **1. Спецификация теста**

1.1. Название теста отражает тип теста – контролирующей и название учебной дисциплины.

1.2. Для контролирующих тестов основной целью является проверка (контроль) усвоенных обучающимися знаний и навыков по конкретной учебной дисциплине. Целью итогового контроля является проверка знаний и навыков по всей учебной дисциплине и освоение компетенции в целом. Целью может быть проверка уровня остаточных знаний по дисциплине.

1.3. Тест должен полно отражать содержание учебной дисциплины и соответствовать содержанию ФГОС ВО и содержанию рабочей программы учебной дисциплины.

1.4. Правила оценки тестовых заданий и теста. За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы. Необходимо указать тип используемой шкалы оценивания.

*Номинальная шкала* предполагает, что за правильный ответ к каждому заданию: знать – выставляется один балл; уметь – выставляется два балла; владеть – выставляется три балла, а за неправильный — ноль. В соответствии с номинальной шкалой, оценивается всё задание в целом, а не какая-либо из его частей.

В заданиях с выбором не скольких верных ответов, заданиях на установление правильной последовательности, заданиях на установление соответствия, заданиях открытой формы можно использовать *порядковую шкалу*. В этом случае баллы выставляются не за всё задание, а за тот или иной выбор в каждом задании, например, выбор варианта, выбор соответствия, выбор ранга, выбор дополнения.

В соответствии с порядковой шкалой за каждое задание устанавливается максимальное количество баллов, например, три. Три балла выставляются за все верные выборы в одном задании, два балла – за одну ошибку, один – за две ошибки, ноль — за полностью неверный ответ.

## **2. Правила оценки всего теста.**

1. Общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл, например, 90 баллов. В спецификации указывается общий наивысший балл по тесту. Также устанавливается диапазон баллов, которые необходимо набрать для того, чтобы получить отличную, хорошую, удовлетворительную или неудовлетворительную оценки. В процентном соотношении оценки (по пятибалльной системе) рекомендуется выставлять в следующих диапазонах:

“2” - менее 50%

“3” - 50%-65%

“4” - 66%-85%

“5” - 86%-100%

2. Инструкция для тестируемых является обязательной составной частью теста. Она должна быть короткой, понятной и общей для всех испытуемых. Инструкция даёт разъяснения, как необходимо отвечать на задания теста. В инструкции сообщается время, в течение которого слушателям необходимо выполнить тест, тип шкалы оценивания. (Приложение 1)

3. При составлении основного текста необходимо учитывать следующие требования к тестовым заданиям:

- соответствие определённой форме;
- наличие композиции.

Композиция включает в себя содержание задания и содержание и число ответов или место для ответов.

4. Инструкция для проверяющих является обязательной составной частью контролирующего теста. Инструкция предназначена преподавателям, которые должны проверить тест. Инструкция не выдаётся тестируемому. Инструкция для проверяющих содержит:

- правила оценки ТЗ;
- правила оценки всего теста;
- ключ к тесту.

## **5. Требования к формам ТЗ**

ТЗ может быть представлено в одной из четырех стандартизованных форм (Приложение 2):

- 1.Закрытой (с выбором одного или нескольких заключений (ответов));
- 2.Открытой;
3. Наустановление правильной последовательности;
4. Наустановление соответствия.

### **Тестовое задание закрытой формы**

1.Если к заданиям даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный и остальные неправильные), то такие задания называются заданиями с выбором одного правильного ответа или с единичным выбором. При использовании этой формы следует руководствоваться правилом: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.

2. Помимо этого, бывают задания с выбором нескольких правильных ответов или с множественным выбором. Подобная форма заданий не допускает наличия в общем перечне ответов следующих вариантов: «все ответы верны» или «нет правильного ответа».

Вариантов выбора (дистракторов) должно быть не менее 3 и не более 7. Если дистракторов мало, то возрастает вероятность угадывания правильного ответа, если слишком много, то делает задание громоздким. Кроме того, дистракторы в большом количестве часто бывают неоднородными, и тестируемый сразу исключает их, что также способствует угадыванию. Дистракторы должны быть приблизительно одной длины. Не допускается наличие повторяющихся фраз (слов) в дистракторах.

### **Тестовое задание открытой формы**

В заданиях *открытой формы* готовые ответы с выбором не даются. Требуется сформулированное самим тестируемым заключение. Задания открытой формы имеют вид неполного утверждения, в котором отсутствует один или несколько ключевых элементов. В качестве ключевых элементов могут быть: число, буква, слово или словосочетание. При формулировке задания на месте ключевого элемента, необходимо поставить прочерк или многоточие. Утверждение превращается в истинное высказывание, если ответ правильный и в ложное высказывание, если ответ неправильный. Необходимо предусмотреть наличие всех возможных вариантов правильного ответа и отразить их в ключе, поскольку отклонения от эталона (правильного ответа) могут быть зафиксированы проверяющим как неверные. Особенно это важно при применении технологии компьютерного тестирования.

## **Тестовые задания на установление правильной последовательности**

Такое задание состоит из однородных элементов некоторой группы и четкой формулировки критерия упорядочения этих элементов. Задание начинается со слова: “Последовательность...”

## **Тестовые задания на установление соответствия**

Такое задание состоит из двух групп элементов и четкой формулировки критерия выбора соответствия между ними. Соответствие устанавливается по принципу 1:1 (одному элементу первой группы соответствует только один элемент второй группы) или 1: М (одному элементу первой группы соответствуют М элементов второй группы). Внутри каждой группы элементы должны быть однородными. Количество элементов второй группы должно превышать количество элементов первой группы. Максимальное количество элементов второй группы должно быть не более 10, первой группы – не менее 2.

Задание начинается со слова: ”Соответствие...” Номера и буквы используются как идентификаторы (метки) элементов. Арабские цифры являются идентификаторами первой группы, заглавные буквы русского алфавита - второй. Номера и буквы отделяются от содержания столбцов круглой скобкой.

## **6. Рекомендации по назначению нормы трудности ТЗ**

Норма трудности определяется разработчиком тестовых заданий и указывает субъективную величину того, насколько тяжело будет решить данное ТЗ испытуемому с минимальным уровнем подготовки.

1. Норма трудности ТЗ может оцениваться с учетом количества используемых концептов (формула, правило, аксиома и т.д.), необходимых для поиска правильного решения. Чем больше шагов нужно выполнить для получения правильного ответа, тем выше норма трудности, тем сложнее считается ТЗ.

2. Если ТЗ направлено на «опознание» какого-то объекта или на проверку «знания-знакомства», то такое ТЗ следует считать простым.

3. Если ТЗ направлено на выбор одного варианта ответа из многих с помощью знания всего одного концепта, то такое ТЗ следует считать простым.

4. Если ТЗ открытого типа направлено на выявление знания определения односложного базового термина, то такое ТЗ следует считать простым.

5. Если ТЗ направлено на применение усвоенных ранее знаний в типовых ситуациях (т.е. в тех ситуациях, с которыми знаком испытуемый) или на проверку «знаний воспроизведения копии», то такое ТЗ следует считать ТЗ среднего уровня сложности.

6. Если ТЗ направлено на применение усвоенных знаний и умений в нестандартных условиях (т.е. в условиях, ранее незнакомых испытуемому) или на проверку «знаний умения и применения», то такое ТЗ следует считать сложным.

7. Назначение нормы трудности можно осуществлять, исходя из принадлежности ТЗ основному и дополнительному материалам (уровень значимости ТЗ). Если ТЗ раскрывает базовое понятие, то такое задание можно считать простым, если же ТЗ принадлежит к дополнительному материалу, то его можно считать сложным.

8. Назначение нормы трудности можно осуществлять, исходя из принадлежности ТЗ уровню "глубины" спецификации теста. Если ТЗ раскрывает самый нижний уровень иерархии спецификации теста (например, некоторое "Понятие"), то такое задание будет легким. Принадлежность ТЗ средним уровням иерархии спецификации теста (например, некоторой "Теме" или "Под теме") повышает норму трудности - средний уровень сложности. Наконец, ТЗ, относящееся к верхнему уровню, корню дерева иерархии (например, к "Разделу", "Главе"), можно считать сложным ТЗ.

**7. Компетенции выпускника, формируемые в результате освоения программы бакалавриата и подлежащие оценке во время проведения междисциплинарного государственного экзамена.**

№ п/п	Общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные и профессионально-специализированные компетенции	Формы и методы обучения
1.	<p><b>Общекультурные компетенции по ФГОС ВО:</b></p> <p>ОК-1 способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;</p> <p>ОК-2 способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;</p> <p>ОК-3 способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности;</p> <p>ОК-4 способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности;</p> <p>ОК-5 способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;</p> <p>ОК-6 способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;</p> <p>ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию;</p> <p>ОК-8 способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;</p> <p>ОК-9 способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.</p>	<p>Лекции с использованием компьютерных и технических средств. Семинарские и практические занятия, в ходе которых организуются групповые дискуссии, деловые и ролевые игры, моделируются практические ситуации, решаются ситуационные задачи, проводится тестирование студентов. Самостоятельная работа, в ходе которой происходит оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, работа в электронной образовательной среде и др.</p>
2	<p><b>Общепрофессиональные компетенции по ФГОС ВО:</b></p>	<p>Лекции с использованием</p>

	<p>ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;</p> <p>ОПК-2 способностью понимать научные основы технологических процессов в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем;</p> <p>ОПК-3 способностью применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем;</p> <p>ОПК-4 способностью применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;</p> <p>ОПК-5 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.</p>	<p>компьютерных и технических средств. Семинарские и практические занятия, в ходе которых организуются групповые дискуссии, деловые и ролевые игры, моделируются практические ситуации, решаются ситуационные задачи, проводится тестирование студентов. Самостоятельная работа, в ходе которой происходит оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, работа в электронной образовательной среде и др.</p>
3.	<p><b>Профессиональные компетенции по ФГОС ВО:</b></p> <p>ПК-2 способностью к планированию и организации работы транспортных комплексов городов и регионов, организации рационального взаимодействия видов транспорта, составляющих единую транспортную систему, при перевозках пассажиров, багажа, грузобагажа и грузов;</p> <p>ПК-3 способностью к организации рационального взаимодействия различных видов транспорта в единой транспортной</p>	<p>Лекции с использованием компьютерных и технических средств. Семинарские и практические занятия, в ходе которых организуются групповые дискуссии, деловые и ролевые игры, моделируются практические ситуации,</p>

<p>системе;</p> <p>ПК-4 способностью к организации эффективной коммерческой работы на объекте транспорта, разработке и внедрению рациональных приемов работы с клиентом;</p> <p>ПК-6 способностью к организации рационального взаимодействия логистических посредников при перевозках пассажиров и грузов;</p> <p>ПК-7 способностью к поиску путей повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев, развития инфраструктуры товарного рынка и каналов распределения;</p> <p>ПК-8 способностью управлять запасами грузовладельцев распределительной транспортной сети;</p> <p>ПК-9 способностью определять параметры оптимизации логистических транспортных цепей и звеньев с учетом критериев оптимальности;</p> <p>ПК-10 способностью к предоставлению грузоотправителям и грузополучателям услуг: по оформлению перевозочных документов, сдаче и получению, завозу и вывозу грузов; по выполнению погрузочно-разгрузочных и складских операций; по подготовке подвижного состава; по страхованию грузов, таможенному оформлению грузов и транспортных средств; по предоставлению информационных и финансовых услуг;</p> <p>ПК-13 способностью быть в состоянии выполнять работы по одной или нескольким рабочим профессиям по профилю производственного подразделения;</p> <p>ПК-16 способностью к подготовке исходных данных для составления планов, программ, проектов, смет, заявок;</p> <p>ПК-19 способностью к проектированию логистических систем доставки грузов и пассажиров, выбора логистического посредника, перевозчика и экспедитора на основе многокритериального подхода;</p> <p>ПК-20 способностью к расчету</p>	<p>решаются ситуационные задачи, проводится тестирование студентов. Самостоятельная работа, в ходе которой происходит оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, работа в электронной образовательной среде и др.</p>
---	--

<p>транспортных мощностей предприятий и загрузки подвижного состава;</p> <p>ПК-21 способностью к разработке проектов и внедрению: современных логистических систем и технологий для транспортных организаций, технологий интермодальных и мультимодальных перевозок, оптимальной маршрутизации;</p> <p>ПК-29 способностью к работе в составе коллектива исполнителей по реализации управленческих решений в области организации производства и труда, организации работы по повышению научно-технических знаний работников;</p> <p>ПК-30 способностью использовать приемы и методы работы с персоналом, методы оценки качества и результативности труда персонала;</p> <p>ПК-31 способностью к кооперации с коллегами по работе в коллективе, к совершенствованию документооборота в сфере планирования и управления оперативной деятельностью транспортной организации;</p> <p>ПК-33 способностью к работе в составе коллектива исполнителей по оценке производственных и непроизводственных затрат на обеспечение безопасности движения;</p> <p>ПК-35 способностью использовать основные нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности, проводить поиск по источникам патентной информации;</p> <p>ПК-36 способностью к работе в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля и управления системами организации движения.</p>	
---	--

## 8. Методика оценивания сформированности компетенций

– **Знать** (базовый уровень) – студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине, способны понимать и интерпретировать освоенную информацию;

– **Уметь** (продвинутый уровень) – студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности по дисциплине, способами анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий практико-ориентированных ситуациях;

– **Владеть** (высокий уровень) – студенты способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает технологию, организацию, планирование и управление технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем, организацию на основе принципов логистики рационального взаимодействия видов транспорта, составляющих единую транспортную систему, а также организацию системы взаимоотношений по обеспечению безопасности движения на транспорте.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

организации и предприятия транспорта общего и необщего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм;

службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта;

службы логистики производственных и торговых организаций;

транспортно-экспедиционные предприятия и организации;

службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг;

производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем;

научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения;

организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:

производственно-технологическая;

расчетно-проектная;

экспериментально-исследовательская;

организационно-управленческая.

При разработке и реализации программы бакалавриата организация ориентируется на конкретный вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовится бакалавр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательских и материально-технических ресурсов организации.

Программа бакалавриата формируется организацией в зависимости от видов учебной деятельности и требований к результатам освоения образовательной программы:

ориентированной на научно-исследовательский и (или) педагогический вид (виды) профессиональной деятельности как основной (основные) (далее - программа академического бакалавриата);

ориентированной на практико-ориентированный, прикладной вид (виды) профессиональной деятельности как основной (основные) (далее - программа прикладного бакалавриата).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

*производственно-технологическая деятельность:*

участие в составе коллектива исполнителей в разработке, исходя из требований рыночной конъюнктуры и современных достижений науки и техники, мер по совершенствованию систем управления на транспорте;

участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа;

анализ состояния действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков;

участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления;

разработка и внедрение рациональных транспортно-технологических схем доставки грузов на основе принципов логистики;

эффективное использование материальных, финансовых и людских ресурсов при производстве конкретных работ;

обеспечение безопасности перевозочного процесса в различных условиях;

обеспечение реализации действующих технических регламентов и стандартов в области перевозки грузов, пассажиров, грузобагажа и багажа;

участие в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств;

участие в составе коллектива исполнителей в контроле за соблюдением экологической безопасности транспортного процесса;

организация обслуживания технологического оборудования;

выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих.

*расчетно-проектная деятельность:*

реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявлении приоритетов решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности;

участие в составе коллектива исполнителей: в разработке обобщенных вариантов решения производственной проблемы, анализе этих вариантов, прогнозировании последствий, нахождении компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности планирования реализации проекта;

участие в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения;

использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем.

*экспериментально-исследовательская деятельность:*

участие в составе коллектива исполнителей в фундаментальных и прикладных исследованиях в области профессиональной деятельности;

анализ состояния и динамики изменения показателей качества систем организации перевозок пассажиров и грузов с использованием необходимых методов и средств исследований;

поиск и анализ информации по объектам исследований;

техническое обеспечение исследований;

анализ результатов исследований;

участие в составе коллектива исполнителей в анализе производственно-хозяйственной деятельности транспортных предприятий;

участие в составе коллектива исполнителей в комплексной оценке и повышении эффективности функционирования систем организации и безопасности движения;

создание в составе коллектива исполнителей моделей процессов функционирования транспортно-технологических систем и транспортных потоков на основе принципов логистики, позволяющих прогнозировать их свойства;

участие в составе коллектива исполнителей в прогнозировании развития региональных транспортных систем;

оценка экологической безопасности функционирования транспортных систем.

*организационно-управленческая деятельность:*

участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на обеспечение безопасности транспортных процессов;

участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на разработку транспортно-технологических схем доставки грузов и пассажиров;

участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем;

участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля и управления системами организации движения;

участие в составе коллектива исполнителей в подготовке исходных данных для выбора и обоснования технических, технологических и организационных решений на основе экономического анализа;

участие в составе коллектива исполнителей в подготовке документации для создания системы менеджмента качества предприятия;

участие в составе коллектива исполнителей в проведении анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений и служб.

## **9. Учебные дисциплины выносимых на междисциплинарный государственный экзамен**

Перечень дисциплин, выносимых на Государственный (итоговый междисциплинарный) экзамен по направлению подготовки «23.03.01 Технология транспортных процессов», должен быть выбран с таким расчетом, чтобы они охватывали основные виды будущей профессиональной деятельности выпускника в соответствии с предъявляемыми требованиями к уровню его профессиональной подготовленности.

Комплексный, междисциплинарный характер государственного экзамена обусловлен тесной взаимосвязанностью тематики таких учебных дисциплин:

- История;
- Философия;
- Основы трудового права в организации транспортного процесса;
- Менеджмент;
- Экономика в отрасли;

- Физическая культура и спорт;
  - Безопасность жизнедеятельности;
  - Вычислительная техника и сети в отрасли;
  - Основы научных исследований;
  - Управление персоналом;
  - Культурология;
  - Русский язык;
  - Безопасность жизнедеятельности;
  - Специализированный подвижной состав;
  - Экология;
  - Компьютерное моделирование на транспорте;
  - Общий курс транспорта;
  - Основы логистики;
  - Основы транспортно-экспедиционного обслуживания;
  - Исследования систем управления;
  - Интермодальные транспортные технологии;
  - Транспортно-складские комплексы;
  - Рынок транспортных услуг и качество транспортного обслуживания;
  - Документооборот и делопроизводство на автотранспортном предприятии;
  - Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса.
- Тесты по выше перечисленным дисциплинам (Приложение 4)

## **10. Подготовка к государственному экзамену**

Цель государственного экзамена – установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного «6» марта 2015 года №165 и основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных

процессов, направленность (профиль) программы «Организация перевозок на автомобильном транспорте», разработанной в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

Государственный экзамен проводится по нескольким дисциплинам образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников - научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно технологической, и организационно-управленческой.

Государственный экзамен проводится по утвержденной председателем учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов Программе государственной итоговой аттестации.

В соответствии с Программой государственной итоговой аттестации и программой по подготовке к государственному экзамену по направлению подготовки/специальности 23.03.01 Технология транспортных процессов направленность (профиль) программы «Организация перевозок на автомобильном транспорте» деканом факультета Автодорожного формируются экзаменационные билеты (тесты). Экзаменационные билеты (тесты) подписываются деканом факультета Автодорожного, на подпись которого ставится печать учебного управления.

Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в ФОС по государственной итоговой аттестации. Сроки консультации определяются деканом факультета Автодорожного в соответствии с календарным учебным графиком расписанием государственных итоговых аттестационных испытаний.

Междисциплинарный государственный экзамен это завершающий этап подготовки бакалавра, механизм выявления и оценки результатов учебного процесса и установления соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов».

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к государственному экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На государственном экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по программе бакалавриата.

В период подготовки к государственному экзамену студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют знания. Подготовка студента к государственному экзамену включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение всего периода обучения; непосредственная подготовка в дни, предшествующие государственному экзамену по темам разделам и темам учебных дисциплин, выносимым на государственную аттестацию

При подготовке к государственному экзамену студентам целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, рекомендованные правовые акты, основную и дополнительную литературу, фонды оценочных средств для сдачи государственного экзамена по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов; фонды оценочных средств для сдачи зачетов и экзаменов по дисциплинам учебного плана; рабочие программы дисциплин, входящих в комплекс составляющий содержание государственного экзамена,

Особо следует обратить внимание на умение использовать программу по государственному экзамену, фонды оценочных средств для сдачи государственного экзамена и методические рекомендации. Она включает в себя дисциплины, примерные тесты по дисциплинам, компетенции, список литературы, подготовку и проведение государственного экзамена, вообще все на что следует обратить внимание к подготовке к междисциплинарному экзамену.

Как показывает практика приема государственных экзаменов те студенты, которые игнорируют программу при подготовке к экзамену, не умеют ею пользоваться во время подготовки ответа на билет, показывают слабые знания. Некоторая учебная информация в ней изложена так, что дает «условно-гарантированное» запоминание. Программа государственного экзамена по необходимости может лежать на столе экзаменуемого, ему необходимо научиться

максимально использовать сведения, содержащиеся в ней. Она обеспечивает студенту информационный минимум.

Как соотносить конспект лекций и учебники при подготовке к экзамену? Было бы ошибкой главный упор делать на конспект лекций, не обращаясь к учебникам и, наоборот недооценивать записи лекций. Рекомендации здесь таковы. При проработке той или иной темы курса сначала следует уделить внимание конспектам лекций, а уж затем учебникам, законам и другой печатной продукции. Дело в том, что "живые" лекции обладают рядом преимуществ: они более оперативно иллюстрируют состояние научной проработки того или иного теоретического вопроса, дают ответ с учетом новых теоретических разработок либо принятых новых законов, либо изменившего законодательства, т.е. отражают самую "свежую" научную и нормативную информацию. Для написания же и опубликования печатной продукции нужно время. Отсюда изложение некоторого учебного материала (особенно в эпоху перемен) быстро устаревает. К тому же объем печатной продукции практически всегда ограничен.

Традиционно студенты всегда задают вопрос, каким пользоваться учебником при подготовке к экзамену? Однозначно ответить на данный вопрос нельзя. Дело в том, что не бывает идеальных учебников, они пишутся представителями различных школ, научных направлений, по-разному интерпретируются теоретические и философские проблемы и т. п., и поэтому в каждом из них есть свои достоинства и недостатки, чему-то отдается предпочтение, что-то недооценивается либо вообще не раскрывается. Отсюда, для сравнения учебной информации и полноты картины необходим конспект лекций, а также в обязательном порядке использовать как минимум два учебных источника.

Представляется крайне важным посещение студентами проводимой перед междисциплинарным государственным экзаменом консультации. Здесь есть возможность задать вопросы преподавателю по тем разделам и темам, которые недостаточно или противоречиво освещены в учебной, научной литературе или вызывают затруднение в восприятии. Практика показывает, что подобного рода консультации весьма эффективны, в том числе и с психологической точки зрения.

Важно, чтобы студент грамотно распределил время, отведенное для подготовки к Итоговому экзамену. В этой связи целесообразно составить календарный план подготовки к экзамену, в котором в определенной последовательности отражается изучение или повторение всех экзаменационных вопросов. Подготовку к экзамену студент должен вести ритмично и систематично.

Зачастую студенты выбирают "штурмовой метод", когда подготовка ведется хаотично, материал прорабатывается бессистемно. Такая подготовка не может выработать прочную систему знаний. Поэтому знания, приобретенные с помощью подобного метода, в лучшем случае закрепляются на уровне представления.

## **11. Сдача государственного экзамена**

Государственный экзамен проводится в письменной форме, в виде тестирования. Обучающиеся получают экзаменационные билеты (тесты), содержащие двадцать пять тестовых заданий, составленные в соответствии с утвержденной Программой государственной итоговой аттестации. В государственную экзаменационную комиссию до начала заседания должна быть представлена копия приказа о допуске обучающихся к государственной итоговой аттестации.

При подготовке к ответу обучающиеся делают необходимые записи по каждому тесту на выданных секретарем ГЭК листах бумаги. На подготовку к тестовому ответу обучающимся предоставляется до 2,5 часов. В проверки ответов на тесты обучающемуся в целях объективной оценки знаний выпускника члены ГЭК, с разрешения её председателя могут вызвать и задать дополнительные вопросы в рамках программы государственного экзамена в пределах тестового задания. Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время проведения государственного экзамена запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Не допускается использование обучающимися при сдаче государственного экзамена справочной литературы, печатных материалов, вычислительных и иных технических средств.

После завершения ответа на тестовые задания обучающегося председатель ГЭК объявляет об окончании государственного экзамена, члены ГЭК делают отметки в протоколе, и приступают к проверке тестовых заданий.

Итоговая оценка формируется в соответствии с критериями оценивания письменного ответа выпускника на государственном экзамене, размещёнными в фонде оценочных средств и выявленном уровне подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач, а так же проверка сформированности устойчивой мотивации к профессиональной деятельности в соответствии с предусмотренными ФГОС ВО видами профессиональной деятельности.

Результаты государственного экзамена, определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Итоговая оценка по экзамену проставляется в протокол экзамена и зачетную книжку обучающегося. В протоколе экзамена фиксируются номер экзаменационного билета, по которому проводился экзамен.

Результаты государственного экзамена объявляются на следующий рабочий день после дня его проведения.

Протоколы государственного экзамена подписываются председателем ГЭК и хранятся в деканате три года с дальнейшей передачей в архив университета.

Листы с ответами на тестовые задания обучающихся хранятся до окончания учебного года в деканате.

Запись об государственном экзамене, сданном на «неудовлетворительно», в зачетную книжку не вносится.

Порядок подачи и рассмотрения апелляционных заявлений осуществляется в соответствии с соответствующим положением университета.

## **12. Особенности проведения государственной итоговой аттестации в части сдачи государственного экзамена для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья государственная итоговая аттестация проводится в

университете с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности).

При проведении государственного экзамена обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение государственного экзамена для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с другими обучающимися, если это не создает трудностей для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и иных обучающихся;

- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с председателем и членами государственной экзаменационной комиссии);

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

Все локальные нормативные акты университета по вопросам проведения государственного экзамена доводятся до сведения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

По письменному заявлению обучающегося инвалида, лица с ограниченными возможностями здоровья экзамен может проходить в устной или письменной форме и продолжительность сдачи государственного экзамена может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в

письменной форме, - не более чем на 90 минут;

– продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении государственного экзамена:

а) для слепых:

– задания и иные материалы для сдачи государственного экзамена оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

– письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

– при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

– задания и иные материалы для сдачи государственного экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

– обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

– при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

– обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

– по их желанию государственный экзамен проводится в письменной форме;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми

нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по их желанию государственный экзамен проводится в устной форме.

Обучающийся инвалид, лицо с ограниченными возможностями здоровья не позднее чем за 3 месяца до начала проведения государственной итоговой аттестации подает в деканат письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных итоговых аттестационных испытаний с указанием его индивидуальных особенностей. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в университете).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном итоговом аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного итогового аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности аттестационного испытания.

## **13. Рекомендованная литература для подготовки к государственному экзамену**

### **13.1. Основная литература**

1. Фортунатов, В.В. История [Текст] : учебное пособие. Стандарт третьего поколения. Для бакалавров / Фортунатов, Владимир Валентинович. - СПб. : Питер, 2015. - 464 с.
2. История России для технических вузов. [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / В.В. Кириллов, М.А. Бравина. - М. :Юрайт, 2014. - ЭБС «Юрайт» - 154 с.
3. История России [Электронный ресурс] :учебное пособие для академического бакалавриата / В.В. Кириллов. - М. :Юрайт, 2015. - ЭБС «Юрайт» - 117 с.

4. Липский, Б. И. Философия [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / Б. И. Липский, Б. В. Марков. - М. :Юрайт, 2015. - ЭБС «Юрайт» - 508 с.
5. Алексеев, П. В. Философия [Текст] : учебник / П. В. Алексеев, А. В. Панин. – М. : Проспект, 2015. – 592 с.
6. Хрусталев, Ю. М. Философия [Текст] : учебник для студентов вузов / Ю. М. Хрусталев. – 3-е изд. ; стереотип. – М. : Академия, 2014. – 320 с. – (Бакалавриат).
7. Правоведение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по неюридическим направлениям подготовки / под общ.ред. М. Б. Смоленского. - 5-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Дашков и К' : Академцентр, 2014. - 496 с.
8. Коротков, Э.М. Менеджмент [Текст] : учебник для бакалавров / Э. М. Коротков. - 2-е изд. испр. и доп. - М. : Юрайт, 2015. - 640 с.
9. Коротков, Э.М. Менеджмент [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров / Э. М. Коротков. - М. :Юрайт, 2014. – ЭБС «Юрайт» - 47 с.
- 10.Ахметов Р.Г. Экономика предприятий агропромышленного комплекса [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, 2016. – ЭБС «Юрайт». – 122 с.
- 11.Кундиус, Валентина Александровна.Экономика агропромышленного комплекса [Текст] : учебное пособие / Кундиус, Валентина Александровна. - М. : КНОРУС, 2016. - 544 с.
- 12.Письменский И.А., Аллянов Ю.Н.ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА. Учебник для академического бакалавриата 2014, Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru> ЭБС “Юрайт – 213 с.
- 13.Беляков Г.И. Безопасность жизнедеятельности Охрана труда : учебник для бакалавров. – М. :Юрайт, 2012. Серия : Бакалавр. Базовый курс – 542 с.
- 14.Новожилов, О.П. Архитектура ЭВМ и систем. В 2 ч. Часть 1: учебное пособие для академического бакалавриата. [Электронный ресурс] / О.П. Новожилов - М.: Издательство Юрайт, 2018. – ЭБС Юрайт. - 276 с.

15. Новожилов, О.П. Архитектура ЭВМ и систем. В 2 ч. Часть 2: учебное пособие для академического бакалавриата. [Электронный ресурс] / О.П. Новожилов - М.: Издательство Юрайт, 2018.– ЭБС Юрайт– 246 с.
16. Васильев, А.Е. Основы инженерного эксперимента: Учебное пособие / Лукьянов С.И., Панов А.Н., Васильев А.Е. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2018.: - (Высшее образование: Бакалавриат)— ЭБС «Znaniium.com»- 99 с.
17. Трубицын В.А. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Трубицын В.А., Порожня А.А., Мелешин В.В.— Электрон.текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66036.html>.— ЭБС «IPRbooks»- 99 с.
18. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Электронный ресурс] : учебник / А. Ф. Синельников. - Электрон.текстовые дан. - М. : Издательский центр «Академия», 2014. – Режим доступа :<http://www.academia-moscow.ru/reader/?id=100560>. - [ЭБС «Академия»]– 320 с.
19. Ахметзянов М.Х., Лазарев И.Б. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ 2-е изд., пер. и доп. (Электронный ресурс): Учебник для бакалавров М.: ЮРАЙТ, 2015- Режим доступа:/ <http://www.biblio-online.ru/> - 131 с.
20. Кривошапко С.Н. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. (Электронный ресурс): Учебник и практикум для прикладного бакалавриата М.: ЮРАЙТ, 2015-Режим доступа:/ <http://www.biblio-online.ru/> - 319 с.
21. Луканин В.Н., Шатров М.Г., Труш А.Ю. и др. Двигатели внутреннего сгорания. Учебник. В 3 кн. Кн.3: Компьютерный практикум. Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2015. – 256 с.
22. Луканин В.Н., Алексеев И.В., Шатров М.Г. и др. Двигатели внутреннего сгорания. Учебник. В 3 кн. Кн.2: Динамика и конструирование. Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2014. – 319 с.
23. Радкевич, Я.М. МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В 2 Т 5-е изд., пер. и доп. Учебник для академического бакалавриата 2015 г. Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> ЭБС «Юрайт» - 813 с.

- 24.Сергеев, А.Г.. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров – 2-е изд. перераб. и дополн. М.: Юрайт, 2014. - 396 с.
- 25.Бармашова Л. В., Матисов А. А. Испытание автомобилей. Учебное пособие, том 1.– Вязьма: филиал ФГБОУ ВПО «МГИУ» в г. Вязьме, 2012.– 316 с
- 26.Проектирование полноприводных колесных машин: учеб.для вузов: в 3 т Т. 1. / Афанасьев Б.А., Белоусов Б.Н., Гладов Г.И. и др.; под ред. А.А. Полунгяна- М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2008Гриф МО – 240 с.
- 27.Логинова, Н.А. Организация предпринимательской деятельности на транспорте [Текст] / учеб.пособие Н.А.Логинова, Х.П.Първанов – М.:ИНФРА-М, 2013. 262 с.
- 28.Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса : Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Сост.: Н. С. Севрюгина, Е. В. Прохорова. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011.– ЭБС «IPRbooks». – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28388-> 121 с.
- 29.Богданов, А. Ф. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного транспорта: учеб.пособие [Электронный ресурс] : учебные пособия / А. Ф. Богданов, С. В. Урушев. — Электронные данные. — СПб. : ПГУПС, 2015. – ЭБС «Лань». - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66420-> 118 с.
- 30.Основы технологии производства и ремонта автомобилей [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ф. Синельников. - Электрон.текстовые дан. - 2-е изд., стер. - М. : Издательский центр «Академия», 2013.– Режим доступа :<http://www.academia-moscow.ru/reader/?id=38428.> - [ЭБС «Академия»]– 329 с.
- 31.Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Электронный ресурс] : учебник / А. Ф. Синельников. - Электрон.текстовые дан. - М. : Издательский центр «Академия», 2014.– Режим доступа :<http://www.academia-moscow.ru/reader/?id=100560.> - [ЭБС «Академия»]– 320 с.
- 32.Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Электронный ресурс] : учебник / Е. В.Бондаренко, Р. С. Фаскиев. -

- Электрон.текстовые дан. - М. : Издательский центр «Академия», 2015 – Режим доступа : <http://www.academia-moscow.ru/reader/?id=132000>. - [ЭБС «Академия»].. – 304 с.;
- 33.Тюняев, А. В. Основы конструирования деталей машин. Литые детали [Текст] : учебно-методическое пособие / А. В.Тюняев. - 2-е изд. ; испр. и доп. - СПб. : Лань, 2013. - 192 с.
- 34.Малкин, В. С.Техническая эксплуатация автомобилей. Теоретические и практические аспекты [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Автомобили и тракторы" / В. С. Малкин. - М. : Академия, 2014. - (Высшее профессиональное образование)- 288 с.
- 35.Вахламов, В. К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. К. Вахламов. – М. : Академия, 2015. – (Высшее профессиональное образование)– 560 с.
- 36.Лоторейчук Е. А.Теоретические основы электротехники: Учебник / Е.А. Лоторейчук. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013 – ЭБС «Лань»- 320 с.
- 37.Электротехника и электроника : учебник для бакалавров /Новожилов О.П.,2014- ЭБС «Юрайт» - 131 с.

### **13.2 Дополнительная литература**

1. История России [Текст] : учебник / Орлов, Александр Сергеевич [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект, 2015. - 680 с.
2. История для бакалавров [Текст] : учебник для студентов вузов / П. С. Самыгин [и др.].
3. 3-е изд. ;перераб. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2014. - 573, [2] с.
4. Лавренов, Сергей Яковлевич. ИСТОРИЯ РОССИИ :Учебник и практикум / Зуев М.Н., Лавренов С.Я. - 3-е изд. ;испр. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2016. – ЭБС Юрайт – 134 с.
5. Спиркин, А. Г.Философия [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / А. Г. Спиркин. - М. :Юрайт, 2015. - ЭБС «Юрайт» - 231 с.

6. Философия [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. В. Н. Лавриненко. - М. :Юрайт, 2015. - ЭБС «Юрайт» - 134 с.
7. Шкатулла Владимир Иванович Правоведение : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. - 11-е изд.; стер. - М.: Академия, 2011. - 384 с. 2. Шумилов Владимир Михайлович. Правоведение: учебник для бакалавров. - 2-е изд.; испр. и доп. - М.: Юрайт, 2012. - 423 с.
8. Конституция Российской Федерации с комментариями для изучения и понимания [Текст] / Л.Ш. Лозовский, Б.А. Райзберг. - 2-е изд. ;испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 113 с.
9. Трудовой кодекс Российской Федерации. По состоянию на 20 мая 2010 года. Комментарий последних изменений [Текст] . - М. : Юрайт, 2010. - 227 с.
- 10.Басовский, Леонид Ефимович. Менеджмент [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по эконом.спец. / Басовский, Леонид Ефимович. - М. : ИНФРА-М, 2008. - 216 с.
- 11.Бычков, Владимир Петрович.Экономика автотранспортного предприятия [Текст] : учебник для студентов, обучающихся по специальности 080502 "Экономика и управление на предприятии транспорта" / Бычков, Владимир Петрович. - М. : ИНФРА-М, 2013. - 384 с.
- 12.Ахметов Р.Г. Экономика предприятий агропромышленного комплекса [Электронный ресурс]: практикум. Учебное пособие для академического бакалавриата: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, 2016. – ЭБС «Юрайт» - 245 с.
13. Физическая культура студента и жинь: учебник для студентов высших учебных заведений / под ред. проф.В.И. Ильинича.-М.: Гардарики, 2010.- 336 с.
14. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для вузов. – М.:Юрайт, 2013 – 543с.
15. Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов/ Н.Г. Занько, К.Р. Малаян, О.Н. Русак. – СПб. Лань, 2010.

16. Информатика. Базовый уровень. Стандарт третьего поколения [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / под ред. С.В. Симоновича. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2015. - 640 с.
17. Коваленко, Н. А. Научные исследования и решение инженерных задач в сфере автомобильного транспорта : учеб. пособие / Н.А. Коваленко. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2018.: ил. — (Высшее образование:Бакалавриат).-ЭБС «ZNANIUM.COM»— 271 с.
18. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентоведение [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 171 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4938>. — Загл. с экрана. -ЭБС «Лань»
19. Рогов, Владимир Александрович. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ : Учебник / Владимир Александрович ; Рогов В.А. - 2-е изд. ; испр. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2016. - 351. - (Авторский учебник). - ISBN 978-5-9916-8524-5 : 60.99. - ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/> - 235 с.
20. Технология машиностроения/ под ред. Лебедев Л.В., Мнацаканян В.И., Погодин А.А. Допущено Минобрнауки. – М.: Академия, 2015 – 348 с.
21. Жуков, В. Г. Механика. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 260200 - "Продукты питания животного происхождения" / В. Г. Жуков. - СПб. : Лань, 2012. - 416 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
22. Морозов К.А. Токсичность автомобильных двигателей. – М.: Изд. «Легион Автодата», 2001 – 342 с.
23. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. Под ред. А.С. Орлина и М.Г. Круглова.. – М.: Машиностроение, 1990. – 283 с.
24. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник. СПб.: Питер, 2010. -464с.
25. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Агроинженерия" / Под ред. О.А. Леонова. - М.

- :КолосС, 2009.: ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений)- 568 с.
- 26.В.К.Вахламов Автомобили: Конструкция и элементы расчета: учебник для студ.высш.учеб.заведений/В.К.Вахламов .-М.:Издательский центр «Академия», 2006. ISBN 5-7695-2638-6 – 480с.
- 27.Поливаев О.И., Костиков О.М., Ворохобин А.В., Ведринский О.С. Конструкция тракторов и автомобилей, 2013.ЭБС ЛАНЬ .-288с.
- 28.Проектирование полноприводных колесных машин: учеб.для вузов: в 3 т Т. 2. / Афанасьев Б.А., Жеглов Л.Ф., Зузов В.Н. и др.; под ред. А.А. Полун-гяна- М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2008Гриф МО – 822 с.
- 29.Проектирование полноприводных колесных машин: учеб.для вузов: в 3 т Т. 3. / Афанасьев Б.А., Белоусов Б.Н., Жеглов Л.Ф. и др.; под ред. А.А. По-лунгяна- М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2008Гриф МО – 822 с.
- 30.Агарков, А. П. Теория организации. Организация производства [Электронный ресурс]: Интегрированное учебное пособие / А. П. Агарков, Р. С. Голов, А. М. Голиков и др.; под общ.ред. А. П. Агаркова. - М.: Дашков и К, 2013. - 272 с.
- 31.Дубровин И.А., Бизнес-планирование на предприятии: Учебник для бакалавров / И.А. Дубровин - Дашков и К, 2013. – 431 с.
- 32.Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсовому проектированию / Н. В. Аникин, И. Н. Кирюшин, И. А. Успенский, Е. В. Лунин. – Рязань : РГАТУ, 2012.– ЭБ РГАТУ - - 81 с.
- 33.Масуев, М. А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" направления "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования" / М. А. Масуев. - М. : Академия, 2007 - (Высшее профессиональное образование)- 224 с.
- 34.Родионов, Ю. В. Производственно-техническая инфраструктура предприятий агропромышленного комплекса автомобильного сервиса [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Родионов. – Ростов- на - Дону : Феникс, 2008.: ил. - (Высшее образование)– 439 с.

35. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебное пособие / Л.И. Елифанов, Е.А. Елифанова - 2 изд., перераб. И доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - ЭБС «Znanium.com» - 352с.
36. Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств и их составных частей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шатерников В.С., Загородний Н.А., Петридис А.В.— Электрон.текстовые данные. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.-ЭБС «Iprbooks»- 387 с.
37. Андреев, В. И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование [Электрон.ресурс] / В. И. Андреев, И. В. Павлова. – 2013. – ЭБС «Лань» - 271 с.
38. Кузьмин, Н. А. Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" / Н. А. Кузьмин. - М. : ФОРУМ, 2014.- (Высшее образование) - 224 с.
39. Методы технической диагностики автомобилей: Учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - ЭБС «Znanium.com» - 524 с.
40. Техническая эксплуатация автомобилей технологические расчеты: учеб. Пособие: В. И. Гринцевич. – Красноярск :Сиб. Федер. Ун-т, 2011- ЭБС «Руконт» – 194 с.
41. Электротехника и электрооборудование [Электронный ресурс]: справочник. Учебное пособие для вузов/ Алиев И.И.— Электрон. Текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014-ЭБС «Iprbooks»— 199 с.
42. Бессонов, Лев Алексеевич. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Текст] : учебник для студентов технических высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Электротехника", "Электротехнологии", "Электромеханика", "Электроэнергетика", "Приборостроение" / Бессонов, Лев Алексеевич. - 11-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 317 с.

#### **Законодательно-нормативная литература:**

<http://www.garant.ru/> Гарант

<http://www.consultant.ru/>КонсультантПлюс

### 13.3 Периодические издания

1. АПК: экономика, управление :теоретич. и науч.-практич. журн. / учредители : Министерство сельского хозяйства РФ, Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства. – 1921, октябрь - . – М., 2017 - . – Ежемес. – ISSN 0235-2443. - Предыдущее название: Экономика сельского хозяйства (до 1987 года) – С.154-155.
2. Журнал «Безопасность жизнедеятельности» Сайтжурнала: <http://www.novtex.ru/bjd/> - С. 32-74.
3. Журнал «Основы безопасности жизнедеятельности»Сайт журнала: <http://www.school-obz/org/>
4. Журнал «Гражданская защита»Сайт журнала: <http://www.gz-jurnal.ru/>
5. Мир ПК. [Текст]: ежемесячный журнал для пользователей персональных компьютеров. - М.: ООО "Издательство "Открытые системы". – 12 раз в год. – 2012-2017.
6. Сети/NetworkWorld. [Текст]: ежемесячный журнал о технологиях, услугах и решениях для организации всех видов связи и коммуникаций на предприятиях. - М.: ООО "Издательство "Открытые системы". – 12 раз в год. – 2012-2017.
7. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева: науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – 2009 – Рязань, 2018-. – Ежекварт. – ISSN 2077-2084.
8. За рулем: науч.-популярный журн. / учредитель и изд.: ООО Редакция журнала «За рулем». – 1972-. – М.: 2018-. – Ежемес. – ISSN 0321-4249.
9. Организация производства – Воронеж, Воронежский государственный технический университет Издаётся с 1993г. – ISSN 1810 4894.

10.Новости электротехники : отраслевое информационно-справочное издание /  
учредитель и издатель : Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники".  
– 2000- . – М., 2017.

### 13.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<b>Профессиональные БД</b>	
ВКР ВУЗ	<a href="http://www.vkr-vuz.ru/">http://www.vkr-vuz.ru/</a>
Электронно- библиотечные системы (ЭБС)	<a href="http://bibl.rgatu.ru/web/EBS.asp">http://bibl.rgatu.ru/web/EBS.asp</a>
<b>Сайты официальных организаций</b>	
ООО «ЛеМан»	<a href="https://le-man.ru">https://le-man.ru</a>
ООО «Кармен»	<a href="https://karmen.lada.ru">https://karmen.lada.ru</a>
<b>Информационные справочные системы</b>	
<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	Гарант
<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	КонсультантПлюс

- ЭБ ИЦ«Академия» – Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>
- ЭБС «IPR-Books» – Режим доступа: <http://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
- ЭБС «Троицкий мост» – Режим доступа: <http://www.trmost.ru/>

# Приложения

## Пример инструкции для тестируемых

Уважаемые студенты!

Прежде чем приступить к выполнению заданий **внимательно** ознакомьтесь с инструкцией:

1. Отвечая на вопрос с выбором правильного ответа, правильный, на ваш взгляд, ответ (ответы) обведите кружком.
2. В заданиях открытой формы впишите ответ в пропуск.
3. В заданиях на соответствие заполните таблицу.
4. В заданиях на правильную последовательность впишите порядковый номер в квадрат.

Время на выполнение теста – 150 мин.

За каждый верный ответ Вы получаете: знать (пороговый уровень) – выставляется один балл; уметь (базовый уровень) – выставляется два балла; владеть (продвинутый уровень) – выставляется три балла, а за неправильный - ноль. В соответствии с номинальной шкалой, оценивается всё задание в целом, а не какая – либо из его частей. Максимальное количество баллов – 49.

Желаем удачи!

### Примеры тестовых заданий

*1. Задание закрытой формы с единичным выбором:*

СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ МОСКВЫ НАХОДИТСЯ В ПРЕДЕЛАХ \_\_\_\_\_ ТЫС. ЧЕЛ./КВ.КМ.:

- 1) 5-6;
- 2) 7-8;
- 3) 9-10;
- 4) 11-12.

*2. Задание закрытой формы с множественным выбором:*

АКЦИЗНЫЕ ТОВАРЫ:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| 1) табак          | 5) бензин;           |
| 2) драгоценности; | 6) хлеб;             |
| 3) зерно;         | 7) спиртные напитки. |
| 4) автомобили;    |                      |

*3. Задание открытой формы:*

ИЗМЕРЯЕМЫЙ ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ НАЗЫВАЕТСЯ:

\_\_\_\_\_.

*4. Задание на установление правильной последовательности:*

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ                      ОСНОВНЫХ                      ЭТАПОВ  
СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ:

Определение выборочной совокупности – \_\_\_\_\_;

Разработка программы – \_\_\_\_\_;

Разработка инструментария – \_\_\_\_\_;

Написание отчёта – \_\_\_\_\_;

Обработка полученных данных – \_\_\_\_\_;

Анкетирование респондентов – \_\_\_\_\_;

*5. Задание на установление соответствия:*

СООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУ ФРАЗЕОЛОГИЗМАМИ И ИХ  
ЗНАЧЕНИЯМИ:

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 1) Держать язык за зубами                  | Г) Быть удачливым, счастливым во всем |
| 2) Морочить голову                         | Д) Воздавать должное кому-либо        |
| 3) Родиться в рубашке                      | Е) Потерпеть неудачу, поражение       |
| 4) Пойти на дно                            | Ж) Быть осторожным в высказываниях    |
| 5) Ждать у моря погоды                     | З) Допустить промах, ошибку           |
| 6) Держать камень за пазухой               |                                       |
| А) Вводить в заблуждение                   |                                       |
| Б) Бесцельно тратить время, ожидая чего-то |                                       |
| В) Таить злобу                             |                                       |


Приложение 3

Рейтинг – лист студентов по результатам тестирования

Тесты для государственного экзамена

По специальности 23.03.01 Технология транспортных процессов

Студенты 4 курса

Дата проведения

№	Ф.И.О студента	Количество выполненных заданий	Невыполненные задания (кол-во)	% выполненных заданий	Оценка
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

**ОК-1 способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции:**

1. Назовите основные направления развития философского знания.

- а. онтология;
- б. гносеология;
- в. философия науки;
- г. социальная философия;
- д. этика.

2. Роль философии в научном познании связана с ...

- а. уточнение абстрактных понятий;
- б. разработкой умозрительных схем;
- в. утверждением альтернативного способа мировосприятия;
- г. разработкой методологией познания.

3. Какую роль в знаниевой структуре мировоззрения играет философия?

- а. занимает высший уровень;
- б. занимает одну и ту же ступень на ряду с религией, искусством, обыденным знанием.

4. Предметом философии является...

- а. всеобщее;
- б. абсолют;
- в. единичное;
- г. карма.

5. Философии Древнего Востока и Античности человек мыслился как ...

- а. микрокосм;
- б. образ и подобие Бога;
- в. творец культуры;
- г. мыслящее.

6. Центральным мировоззренческим принципом античной философии является...

- а. космоцентризм;
- б. теоцентризм;
- в. антропоцентризм;
- г. культуросцентризм.

**ОК-2 способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции:**

1. Подход, в соответствии с которым разум рассматривается как единственный источник познания и исторического развития – это...

- а. субъективизм
- б. рационализм
- 3. марксизм
- в. эволюционизм

2. Методологией называется:

- а. описательное исследование
- б. умение выстроить события в хронологической последовательности
- в. совокупность основных подходов и методов исследования

г. совокупность статистических методов исследования

**3.** Раскрытие внутренних механизмов функционирования – это метод:

- а. идеографический
- б. сравнительный
- в. типологический
- г. системный

**4.** Отметьте основные черты общества, вставшего на путь цивилизации

- а. отделение ремесла от сельского хозяйства
- б. появление купцов
- в. появление особого типа поселений – городов
- г. использование примитивных орудий труда
- д. всё перечисленное

**5.** Разрушение устоев традиционной цивилизации – это:

- а. индустриализация
- б. модернизация
- в. демократизация

**6.** Благодаря Великим географическим открытиям были созданы условия для:

- а. формирования основ глобальной цивилизации
- б. мировой экспансии
- в. колониального рабства

**ОК-3 способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности:**

**1.** Что необходимо знать для определения качества транспортного обслуживания:

- а. клиентуру;
- б. анализ себестоимости автодорожных услуг;
- в. реальные размеры полной и фактически удовлетворенных потребностей в перевозках.

**2.** Что является основным критерием управления качеством и эффективностью транспортного производства:

- а. интегральное качество;
- б. качество перевозок;
- в. состояние подвижного состава.

**3.** Основным элементом финансовых отношений являются:

- а. государственные финансы;
- б. финансы субъектов хозяйствования;
- в. внебюджетные фонды.

**4.** Экономическая эффективность капитальных вложений – это соотношение между:

- а. доходами и результатами.
- б. затратами и результатами.
- в. затратам и доходам.

**5.** С учетом скольких направлений формируется комплексный набор критериев эффективности системы управления:

- а. двух;
- б. трех;

в. четырех.

**6. В состав основных фондов АТП входят:**

- а. здания, машины и оборудование;
- б. здания и сооружения, машины и оборудование, транспортные средства, производственный и хозяйственный инвентарь;
- в. подвижной состав.

**ОК-4 способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности:**

**1. Основание возникновения трудового правоотношения**

- а. заключение трудового договора
- б. заключение трудового договора или фактическое допущение к работе
- в. заключение трудового договора, избрание на должность и судебное решение о заключении трудового договора

**2. Определение принципов трудового права**

- а. приведено в ТК РФ
- б. заимствовано из ГК РФ с учетом специфики трудовых отношений
- в. является доктринальным и сформулировано правовой наукой

**3. Трудовой договор заключается в ...**

- а. устной форме
- б. письменной форме
- в. письменной форме с нотариальным заверением

**4. Есть ли содержательные различия между понятиями «трудовой договор» и «трудовой контракт»?**

- а. да;
- б. нет.

**5. Включаются ли в стаж работы, дающий право на ежегодный основной оплачиваемый отпуск непосредственно время ежегодного оплачиваемого отпуска?**

- а. да;
- б. только в случае, если отпуск предоставлен по инициативе работодателя;
- в. нет.

**6. Нормальная продолжительность рабочего времени относительно законодательства не может превышать ...**

- а. 8 часов в день
- б. 8 часов в смену
- в. 40 часов в неделю
- г. 28 календарных дней в месяц
- д. 300 календарных дней в год

**ОК-5 способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия:**

**1. Культура речи изучается в таких аспектах, как:**

- а. нормативный, коммуникативный, этический
- б. этический и эстетический
- в. эстетический и коммуникативный

г. коммуникативный

2. Словари, которые дают рекомендации правильного написания - это словари:

- а. орфографические
- б. толковые
- в. орфоэпические
- г. грамматические

3. В русском языке ударение в иностранных словах

- а. совпадает с ударением в языке-источнике
- б. употребляется согласно правилам произношения в русском языке
- в. имеет варианты
- д. полностью изменяется

4. Такая лингвистическая наука как культура речи изучает

- а. совокупность и систему коммуникативных качеств
- б. стили языка
- с. слово как единицу языка
- г. литературный язык

5. Образованные для конкретного контекста слова единичного употребления – это

- а. окказионализмы
- б. неологизмы
- в. диалектизмы
- г. жаргонизмы

6. В русском языке среди устной лексики выделяют лексику

- а. разговорную и просторечную
- б. нормативную и ненормативную
- в. литературную и диалекты
- г. общепринятую и ненормативную

**ОК-6 способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия:**

1.Метод, когда изучение идёт путём сравнения культурных явлений, называется:

- а. компаративный;
- б. системный;
- в. структурно – функциональный;
- г. генетический.

2.Межкультурная коммуникация – это:

- а. целенаправленное заимствование каких – либо элементов культуры;
- б. совокупность форм отношений и общения между индивидами и группами разных культур;
- в. способ преодоления межкультурных конфликтов;
- г. поглощение одной культуры другой.

3. Символ – это:

- а. знак, несущий информацию о глубинном смысле того, что он выражает;
- б. система условных обозначений для передачи, обработки и хранения информации;
- в. многозначное понятие, предполагающее подражание природе.

**4.** В переводе на русский язык латинское слово «культура» означает:

- а. очеловечивание;
- б. обработка, возделывание;
- в. украшение, развлечение;
- г. воспитание.

**5.** Развитие культуры обусловлено:

- а. ростом потребностей человека;
- б. трансцендентальными факторами;
- в. волей культурной элиты;
- г. развитием науки техники.

**6.** Главной функцией культуры является:

- а. Регулятивная;
- б. Аксиологическая;
- в. Коммуникативная;
- г. Гуманистическая.

**ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию:**

**1.** Планирование, организация, регулирование и контроль - это:

- а. обязанность менеджера
- б. функции менеджмента
- в. этапы планирования
- г. новый метод управления

**2.** Внутренняя среда организации - это:

- а. капитал, люди, технология
- б. нельзя дать точное определение, т.к. каждая организация имеет свой набор компонентов
- в. часть общей среды, которая находится в рамках организации
- г. партнёры по бизнесу

**3.** Кому необходим бизнес-план:

- а. только руководителям и сотрудникам
- б. инвесторам, банкам, налоговой службе
- в. это – формальный документ, дань моде; мало, что даёт при изменчивой обстановке
- г. всем категориям субъектов отношений

**4.** Аутсорсинг – это:

- а. выполнение всех функций, необходимых для производственной деятельности компании
- б. вывод за пределы компании непрофильных функций и видов деятельности
- в. вывод сотрудников из штата компании-заказчика в штат компании-подрядчика
- г. передача всех функций сторонним организациям

**5.** Мотивация - это:

- а. внутренние ценностные представления человека
- б. система поощрений хорошей работы
- в. позиция, уклоняющая работника от целенаправленных действий
- г. метод побуждения людей к труду

**6.** Целью классической школы управления было создание

- а. методов нормирования труда
- б. универсального принципа управления
- в. условий трудовой деятельности работников
- г. методов стимулирования производительности труда

**ОК-8 способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности:**

**1. Дайте определение понятию «Физическая культура»**

а. часть общечеловеческой культуры, направленная на разностороннее укрепление и совершенствование организма человека, и улучшение его жизнедеятельности посредством применения широкого круга средств: гигиенических мероприятий, естественных сил природы, различных систем физических упражнений, спорта.

б. педагогический процесс, направленный на формирование здорового, физически совершенного, социально активного, высоконравственного поколения. Физическое воспитание решает задачи реализации потребности человеческого организма в двигательной активности, совершенствовании физических и психофизических качеств, способствует укреплению здоровья, повышению работоспособности, продлению творческого долголетия и жизни людей.

в. является одним из обязательных компонентов здорового образа жизни, заключающегося в систематическом, соответствующем полу, возрасту, состоянию здоровья и интересам, использовании разнообразных двигательных действий, в том числе занятий физической культурой и спортом для обеспечения жизнедеятельности человеческого организма.

**2. Дайте определение понятию «спорт»**

а. комплекс морфологических и функциональных показателей развития организма человека, его физических качеств и двигательных способностей, обусловленных внутренними факторами и жизненными условиями.

б. результат физической подготовки, достигнутый в овладении двигательными навыками и в развитии физических качеств с одновременным увеличением физиологических резервов организма, обусловленных повышением уровня деятельности его функциональных систем: сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной, эндокринной, пищеварительной, выделительной и др.

в. составная часть физической культуры, включающая занятия разнообразными физическими упражнениями и игры, выполняемые в условиях соревновательной деятельности и стремлением занимающихся к достижению возможно более высокого результата.

**3. Какие пробы для контроля развития дыхательной системы вы знаете**

- а. ортостатическая проба
- б. проба Штанге
- в. проба Генчи

**4. Перечислите основные методы развития быстроты**

- а. повторный
- б. игровой
- в. непрерывный

**5. Перечислите основные методы развития выносливости**

- а. непрерывный

- б. игровой
- в. переменный

**6. Перечислите основные методы развития силы**

- а. метод максимальных усилий
- б. метод повторных усилий
- в. переменный

**ОК-9 способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций**

**1.** Как оказать первую помощь пострадавшему в дорожно-транспортном происшествии при сильном ушибе живота?

а. Уложить пострадавшего на спину, дать теплый чай и в этом положении транспортировать в ближайшее медицинское учреждение.

б. Провести противошоковые мероприятия, транспортировать в ближайшее медицинское учреждение в положении лежа на боку с согнутыми в коленях ногами.

в. Дать обезболивающие лекарства, уложить на живот и транспортировать в этом положении до ближайшего медицинского учреждения.

**2.** На какой максимальный срок может быть наложен кровоостанавливающий жгут?

- а. Не более получаса.
- б. Не более 2 часов.
- в. Не более часа.

**3.** Как оказать на месте происшествия первую помощь при простой и неглубокой ране?

- а. Наложить стерильную повязку.
- б. Промыть рану лекарствами.
- в. Обработать края раны йодом и наложить стерильную повязку.

**4.** Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это:

а. совокупность чрезвычайных событий и условий, сложившихся на определенной территории;

б. экологическое обострение обстановки на определенной территории;

в. событие связанное с деятельностью человека;

г. событие связанное с природными явлениями.

**5.** Транспортные ЧС подразделяются на:

- а. автомобильные;
- б. железнодорожные;
- в. трубопроводные;
- г. все относится.

**6.** Какие мероприятия проводятся первыми при оказании первой медицинской помощи:

а. направленные на восстановление дыхания;

б. направленные на восстановление кровообращения;

в. направленные на остановку кровотечения;

г. направленные на восстановление дыхания и кровообращения и остановку кровотечения.

**ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности:**

1. Передача данных между устройствами в персональных компьютерах реализуется через

- а. порты;
- б. шину питания;
- в. процессор;
- г. системную шину.

2. Центральный процессор персонального компьютера выполняет

- а. обработку всех видов информации;
- б. генерацию импульсов;
- в. систематизацию данных;
- г. постоянное хранение данных и программ после их обработки.

3. К основным характеристикам процессора относится

- а. количество портов и их назначение;
- б. тактовая частота;
- в. емкость винчестера;
- г. объем оперативной памяти.

4. Устройством персонального компьютера, связывающим его с телефонной линией, является...

- а. факс;
- б. мультиплексор;
- в. модем;
- г. шлюз.

5. Компьютерная сеть – это

а. группа вычислительных машин, объединенных с помощью средств сопряжения и реализующих единый информационно-вычислительный процесс;

б. совокупность компьютеров и терминалов, соединенных с помощью каналов связи в единую систему, удовлетворяющую требованиям распределенной обработки данных;

в. группа совместно работающих персональных компьютеров и больших ЭВМ.

6. Компьютер, подключенный к Интернету, обязательно имеет

- а. IP-адрес;
- б. Web-сервер;
- в. домашнюю Web-страницу;
- г. доменное имя.

**ОПК-2 способностью понимать научные основы технологических процессов в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем:**

1. В единую транспортную систему входит?

а. совокупность путей сообщения, перевозочных средств, транспортная инфраструктура, средства связи и управления;

б. все виды транспорта;

- в. подвижной состав и пути сообщения;
- г. сеть автомобильных и железных дорог на территории страны;
- д. какой-либо вид транспорта, отличающийся единой технологией работы.

**2. К перевозочному процессу относят операции?**

- а. упаковку, маркировку, погрузку, перевозку, разгрузку;
- б. оформление документов и перевозку груза;
- в. хранение, погрузку, перевозку, разгрузку;
- г. погрузку, перемещение, разгрузку;
- д. оформление документов, упаковку, хранение, погрузку, перевозку, разгрузку.

**3. Расположите виды транспорта в порядке увеличения универсальности:**

- а. трубопроводный - воздушный - автомобильный - железнодорожный - водный;
- б. трубопроводный - железнодорожный - водный - автомобильный - воздушный;
- в. автомобильный - железнодорожный - трубопроводный - водный - воздушный;
- г. водный - воздушный - трубопроводный - автомобильный - железнодорожный.

**4. Плотностью транспортной сети называется:**

- а. протяженность транспортной сети, отнесенная к численности населения региона;
- б. протяженность транспортной сети, отнесенная к единице площади территории;
- в. количество транспортных средств, отнесенное к единице длины транспортной сети;
- г. площадь дорожного покрытия, отнесенная к единице длины транспортной сети.

**5. Автомобильный транспорт характеризуется следующим набором технико-эксплуатационных особенностей:**

а. может быть расположен на любых участках + неограниченность объемов транспортировки + отсутствие воздействия на окружающую среду + низкая себестоимость + независимость от погодных условий;

б. высокая скорость доставки + кратчайший путь следования + неограниченные провозные возможности + маневренность и оперативность + возможность передислокации;

в. высокая провозная способность + высокая надежность + непосредственная связь с предприятиями + высокая массовость транспортировки + слабая зависимость от климатических условий;

г. высокая скорость доставки + возможность доставки "от двери до двери" + автономность движения + маневренность и мобильность + широкая сфера применения.

**6. Система массового обслуживания на транспорте - это:**

а. часть единой транспортной системы;  
- часть экономической системы, предназначенная для перевозки грузов и пассажиров;

б. система, состоящая из потока заявок, каналов обслуживания, очереди и выходящего потока;

в. система, состоящая из потока обслуживания, каналов обслуживания и очереди.

**ОПК-3 способностью применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических**

**проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем:**

**1. Какие недостатки имеет специализированный подвижной состав?**

- а. пониженный уровень безопасности труда
- б. худшая сохранность груза
- в. низкая механизация погрузочно-разгрузочных работ
- г. повышенную трудоемкость обслуживания

**2. К специализированному подвижному составу автомобильного транспорта относятся...**

- а. одиночные автомобили и автопоезда
- б. одиночные автомобили и автопоезда приспособленные для перевозки определенных видов грузов
- в. одиночные автомобили и автопоезда приспособленные для перевозки определенных видов грузов и оборудованные дополнительными механизмами

**3. Что способствует широкому применению специализированного подвижного состава?**

- а. увеличение автомобильных предприятий
- б. развитие централизованных перевозок грузов
- в. все вышеперечисленное

**4. В чем преимущество специализированного подвижного состава перед универсальным?**

- а. большая сохранность количества и качества груза в процессе перевозки
- б. высокая механизация процессов погрузки и разгрузки
- в. все вышеперечисленное

**5. С чем связаны изменения надежности конструкции шасси автомобиля?**

- а. с движением автомобиля в трудных дорожных условиях
- б. с движением автомобиля по шоссе
- в. с видом перевозимого груза

**6. К какому типу подвижного состава целесообразно применять увеличение базы автомобиля?**

- а. к самосвалам
- б. к автомобилям-фургонам
- в. к автомобилям-цистернам

**ОПК-4 способностью применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды:**

**1. Установление рациональной системы землепользования:**

- а. Положительно для окружающей среды
- б. Отрицательно
- в. Нейтрально
- г. Приводит к экологическому кризису

**2. Стремление человека получить максимум продукции (урожай):**

- а. Отрицательно влияет на качество окружающей среды
- б. Не влияет
- в. Положительно влияет

- г. Повышает устойчивость экосистем
- 3. Средства существования людей, которые не созданы их трудом, но находятся в природе, называются...**
  - а. Природные ресурсы
  - б. Производственные ресурсы
  - в. Природные блага
  - г. Природные условия
- 4. Ученый, впервые назвавший науку «Экология»**
  - а. Гиппократ
  - б. Ламарк
  - в. Дарвин
  - г. Геккель
- 5. Формирование относительно устойчивой стадии сообщества в равновесии с окружающей средой называется**
  - а. Автогенез
  - б. Климакс
  - в. Сукцессия
  - г. Адаптация
- 6. Экология – это наука, изучающая:**
  - а. Реакцию живых организмов на воздействия внешних раздражителей
  - б. Связи живых организмов между собой и с окружающей их средой
  - в. Размещение природных ресурсов на планете
  - г. Особенности поведения организмов в естественной природе

**ОПК-5 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности:**

- 1. компьютерный эксперимент – это:**
  - а. решение задачи на компьютере;
  - б. исследование модели с помощью компьютерной программы;
  - в. подключение компьютера для обработки физических экспериментов;
  - г. автоматизированное управление физическим экспериментом.
- 2. Компьютерное моделирование – это:**
  - а. процесс построения модели компьютерными средствами;
  - б. процесс исследования объекта с помощью компьютерной модели;
  - в. построение модели на экране компьютера;
  - г. решение конкретной задачи с помощью компьютера.
- 3. Последовательность этапов моделирования:**
  - а. цель, объект, модель, метод, алгоритм, программа, эксперимент, анализ, уточнение;
  - б. цель, модель, объект, алгоритм, программа, эксперимент, уточнение выбора объекта;
  - в. объект, цель, модель, эксперимент, программа, анализ, тестирование;
  - г. объект, модель, цель, алгоритм, метод, программа, эксперимент.
- 4. Компьютерная сеть – это**

а. группа вычислительных машин, объединенных с помощью средств сопряжения и реализующих единый информационно-вычислительный процесс;

б. совокупность компьютеров и терминалов, соединенных с помощью каналов связи в единую систему, удовлетворяющую требованиям распределенной обработки данных;

в. группа совместно работающих персональных компьютеров и больших ЭВМ.

**5.** Вычислительные системы по их размерам подразделяются на

а. локальные, региональные, глобальные, широкомасштабные;

б. терминальные, административные, смешанные;

в. цифровые, коммерческие, корпоративные.

**6.** К системам распределенной обработки данных относятся

а. интегрированные системы;

б. системы типа «файл-сервер»;

в. системы типа «клиент-сервер».

**ПК-2 способностью к планированию и организации работы транспортных комплексов городов и регионов, организации рационального взаимодействия видов транспорта, составляющих единую транспортную систему, при перевозках пассажиров, багажа, грузобагажа и грузов:**

**1.** Объемом перевозок грузов называется:

а. количество груза, перевозимого транспортным средством в единицу времени;

б. количество груза, перевозимого за одну смену;

в. количество груза, планируемого к перевозке;

г. процесс перевозки груза.

**2.** Объем перевозок пассажиров - это:

а. количество пассажиров, перевозимых за определенный период времени;

б. количество пассажиров, перевозимых за один рейс;

в. транспортная работа по пассажирским перевозкам за определенный период времени;

г. то же самое, что и коэффициент использования пассажироместимости.

**3.** Потенциальная провозная способность подвижного состава грузового транспорта определяется:

а. общей грузоподъемностью парка пс транспортного комплекса и производительностью, приходящейся на 1 т грузоподъемности при рациональных условиях организации перевозок;

б. только общей грузоподъемностью парка пс;

в. только производительностью, приходящейся на 1 т грузоподъемности;

г. ни одним из перечисленных вариантов.

**4.** Провозной способностью пассажирского транспортного предприятия называется:

а. максимальное количество пассажиров, которое может быть перевезено за один рейс при соблюдении условий безопасности и комфортабельности;

б. максимальное количество пассажиров, которое может быть перевезено на маршруте;

в. максимальное количество пассажиров, которое может быть перевезено в среднем одним транспортным средством;

г. максимальное количество пассажиров, которое может быть перевезено ПС в одном направлении при соблюдении условий безопасности.

**5.** Процесс моделирования включает следующие элементы

а. субъект (исследователь), объект исследования, модель;

б. познающий субъект и познаваемый объект;

в. гипотеза, знания, модель

**6.** Если в транспортной задаче суммарная мощность поставщиков превосходит суммарную потребность потребителей, то такая ТЗ называется:

а. открытой;

б. закрытой;

в. смешанной.

**ПК-3 способностью к организации рационального взаимодействия различных видов транспорта в единой транспортной системе:**

**1.** Прямое сообщение - это:

а. перевозка грузов с использованием различных видов транспорта;

б. перевозка грузов одним видом транспорта;

в. перевозка грузов несколькими видами транспорта "от двери до двери";

г. то же самое, что и мультимодальное сообщение.

**2.** Смешанное сообщение - это:

а. перевозка грузов с использованием нескольких видов транспорта;

б. перевозка грузов одним видом транспорта;

в. перевозка грузов несколькими видами транспорта "от двери до двери" по одному документу;

г. поездка с грузом в прямом направлении и порожней в обратном.

**3.** Прямое смешанное сообщение - это:

а. перевозка грузов с использованием нескольких видов транспорта;

б. перевозка грузов одним видом транспорта;

в. перевозка грузов несколькими видами транспорта под ответственностью одного перевозчика по единому транспортному документу и сквозной единой тарифной ставке;

г. то же самое, что и мультимодальное сообщение.

**4.** Единая транспортная система – это:

а. совокупность видов транспорта (различных форм собственности и ведомственной подчиненности), взаимодействующих при выполнении операций перевозочного процесса;

б. автомобильные и железные дороги, подвижной состав, погрузочно-разгрузочная техника, комплекс устройств, обеспечивающих сбор, хранение, переработку и передачу информации, транспортное и общегосударственное законодательство РФ;

в. совокупность транспортных объектов и их технологических процессов, обеспечивающих перевозку грузов и пассажиров

**5.** В единую транспортную систему входит:

а. совокупность путей сообщения, перевозочных средств, транспортная инфраструктура, средства связи и управления;

б. все виды транспорта;

в. подвижной состав и пути сообщения;

- г. сеть автомобильных и железных дорог на территории страны;
- д. какой-либо вид транспорта, отличающийся единой технологией работы

**6.** К перевозочному процессу относят операции:

- а. упаковку, маркировку, погрузку, перевозку, разгрузку;
- б. оформление документов и перевозку груза;
- в. хранение, погрузку, перевозку, разгрузку;
- г. погрузку, перемещение, разгрузку;
- д. оформление документов, упаковку, хранение, погрузку, перевозку, разгрузку.

**ПК-4 способностью к организации эффективной коммерческой работы на объекте транспорта, разработке и внедрению рациональных приемов работы с клиентом:**

**1.** Что относится к методам анализа рынка транспортных услуг?

- а. маркетинговые исследования;
- б. анализ грузопотоков;
- в. определение конкурентов;
- г. расчет времени доставки грузов;
- д. выбор потребного количества подвижного состава;
- е. расчет обоснованной цены на услуги.

**2.** Что входит в понятие "качество услуги"?

- а. надежность;
- б. удовлетворение потребностей;
- в. цена;
- г. позиционирование;
- д. своевременность;
- е. отсутствие брака.

**3.** Какие задачи решает маркетинг на транспортном предприятии?

- а. формирование спроса;
- б. снижение цены;
- в. анализ рынка транспортных услуг;
- г. ценообразование;
- д. реализация транспортной продукции;
- е. снижение издержек предприятия.

**4.** Способы стимулирования спроса на транспортные услуги?

- а. реклама;
- б. оказание дополнительных услуг;
- в. комплексное транспортное обслуживание;
- г. ускоренная доставка;
- д. страхование рисков;
- е. скидки и акции.

**5.** Предложение на рынке транспортных услуг оценивается по:

- а. количеству транспортно-логистических предприятий;
- б. по потенциальному объему перевозимой продукции;
- в. по количеству подвижного состава;
- г. по количеству рекламных объявлений;
- д. по суммарной грузоподъемности транспортных средств;

е. объемам производства различных отраслей экономики.

**6.** Принципами информационного пространства рынка транспортных услуг являются:

- а. полнота и актуальность информации;
- б. скорость;
- в. безопасность;
- г. свободный доступ;
- д. объем и размещение;
- е. прогнозируемость и конкретность.

**ПК-6 способностью к организации рационального взаимодействия логистических посредников при перевозках пассажиров и грузов:**

**1.** Агент осуществляет представительство перевозчика в пунктах остановок транспортных средств на маршрутах движения:

- а. грузов;
- б. пассажиров;
- в. грузов и пассажиров;
- г. экспедиторов.

**2.** Какой кодекс регулирует взаимоотношения сторон при перевозке?

- а. административный;
- б. гражданский;
- в. уголовный.

**3.** Агент обязуется за вознаграждение совершать по поручению другой стороны – принципала – юридические и иные действия:

- а. от своего имени и за счет принципала;
- б. от своего имени и за свой счет;
- в. от имени принципала и за его счет.

**4.** Основным документом для расчетов между заказчиком и автомобильным перевозчиком является:

- а. Договор на транспортное обслуживание
- б. Накладная
- в. ТТН

**5.** Экспедитор — это...

а. юридическое лицо, осуществляющее доставку партии товаров;  
б. юридическое лицо, осуществляющее перевозку партии товаров;  
в. юридическое лицо, заключившее с торговой фирмой контракт на поставку партии товаров.

**6.** Требование, предъявляемое к грузовому агенту:

- а. физическое лицо с опытом работы и финансовой поддержкой;
- б. финансово самостоятельное юридическое лицо с профессиональными навыками;
- в. финансово самостоятельное физическое или юридическое лицо.

**ПК-7 способностью к поиску путей повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев, развития инфраструктуры товарного рынка и каналов распределения:**

**1.** Основой построения большинства тарифов является:

- а. размер ставок;
  - б. распределение ставок;
  - в. калькуляция размера ставок.
2. Спектр транспортно-экспедиторских услуг, предлагаемых отечественными грузовладельцам, удовлетворяет потребности в них:
- а. менее чем на 50 %;
  - б. более чем на 50 %
3. Какая информация дается экспедитору при перевозке грузов:
- а. информация о возможных нормах времени на погрузку и выгрузку;
  - б. об устройстве для загрузки и разгрузки транспортных средств;
  - в. о подъездных путях.
4. Выбор перевозчика включает в себя:
- а. определение вида транспорта;
  - б. выбор оператора перевозки (транспортно-экспедиционного предприятия);
  - в. выбор типа транспортного средства;
  - г. назначение водителя, управляющего выбранным транспортным средством.
5. При формировании грузовых единиц:
- а. транспортные средства одинаковой грузоподъемности используются для доставки товара от одного поставщика одному получателю;
  - б. товары одного наименования объединяются для доставки одному получателю;
  - в. близкие по характеристикам товары объединяются вместе и перемещаются по цепи доставки товара как единое целое.
6. Какие работы включает в себя контрольно-учетная операция?
- а. Подготовка груза к отправке, сортировка по партиям
  - б. Оформление документов, пломбирование
  - в. Закрытие брезентом, крепление груза

**ПК-8 способностью управлять запасами грузовладельцев распределительной транспортной сети:**

1. К основным задачам транспортного обеспечения логистики относят:
- а. управление материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью снижения общих затрат на продвижение товара от производителя к конечному потребителю;
  - б. выбор транспортно - технологической схемы доставки;
  - в. согласование транспортного процесса с работой склада;
  - г. выбор перевозчика, включающий в себя определение вида транспорта, оператора перевозки и типа транспортного средства;
  - д. заключение договора на закупку необходимых материальных ресурсов;
  - е. маршрутизация перевозок и контроль движения груза в пути.
2. Логистическая функция - это:
- а совокупность логистических операций, связанных решением задачи управления материальными, информационными и финансовым потоками;
  - б функции, содержащиеся в должностной инструкции логистического оператора;
  - в функции, предусмотренные взаимными договорами предприятий - участников логистической цепи.
3. Под логистикой обычно принято понимать:

а управление материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью снижения общих затрат на продвижение товара от производителя к конечному потребителю;

б логически обоснованные действия высших звеньев руководства по управлению предприятием и связанной с этим организацией информационного обмена и оборота финансовых средств;

в логистически упорядоченные функции, составляющие алгоритм управления материальными потоками, а также связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью максимального удовлетворения потребностей клиента.

**4.** При междугородных и международных перевозках применяется

а. Только сквозной метод организации движения автомобилей

б. Только участковый метод организации движения

в. Оба метода

**5.** Транспортное обеспечение логистики решает задачи, связанные:

а. с перемещением грузов различными транспортными средствами;

б. с приобретением и регистрацией транспортных средств;

в. с учреждением, регистрацией и организацией деятельности транспортных и экспедиционных предприятий.

**6.** Объект исследования в логистике - это...

а. процессы, выполняемые торговлей;

б. материальные и соответствующие им информационные потоки;

в. рынки и конъюнктура конкретных товаров и услуг;

г. экономические отношения, возникающие в процессе товародвижения.

### **ПК-9 способностью определять параметры оптимизации логистических транспортных цепей и звеньев с учетом критериев оптимальности:**

**1.** Роль транспорта в логистической цепи поставок определяется тем, что:

а. затраты на транспортировку сырья, материалов, готовой продукции являются преобладающими в структуре логистических издержек;

б. значительное количество компаний - производителей товаров являются владельцами транспортных средств и заинтересованы в их эффективном использовании;

в. транспорт оказывает значительное влияние на затраты в сфере основной деятельности компаний - заказчиков транспортных услуг.

**2.** Цель логистики заключается в:

а. минимизации затрат на прохождение продукта в каждом звене логистической цепи;

б. оптимизация затрат в звеньях логистической цепи с целью уменьшения общих издержек;

в) увеличение количества товара, проходящего по логистической цепи.

**3.** Логистическая функция - это...

а. множество элементов, находящихся в отношениях связи друг с другом, образующих определенную целостность, единство;

б. совокупность различных видов деятельности с целью получения необходимого количества груза в нужном месте, в нужное время, с минимальными затратами;

в. укрупненная группа логистических операций, направленных на реализацию целей логистической системы;

г. система мероприятий по комплексному изучению рынка.

**4.** Транспортное обеспечение логистики решает задачи, связанные:

а. с перемещением грузов различными транспортными средствами;

б. с приобретением и регистрацией транспортных средств;

в. с учреждением, регистрацией и организацией деятельности транспортных и экспедиционных предприятий.

**5.** Объект исследования в логистике - это...

а. процессы, выполняемые торговлей;

б. материальные и соответствующие им информационные потоки;

в. рынки и конъюнктура конкретных товаров и услуг;

г. экономические отношения, возникающие в процессе товародвижения.

**6.** Линейно упорядоченное множество участников логистического процесса, осуществляющих логистические операции по доведению внешнего материального потока от одной логистической системы до другой представляет собой?

а. логистическую цепь

б. логистический канал

в. службу логистики

**ПК-10 способностью к предоставлению грузоотправителям и грузополучателям услуг: по оформлению перевозочных документов, сдаче и получению, завозу и вывозу грузов; по выполнению погрузочно-разгрузочных и складских операций; по подготовке подвижного состава; по страхованию грузов, таможенному оформлению грузов и транспортных средств; по предоставлению информационных и финансовых услуг:**

**1.** Экспедитор — это...

а. юридическое лицо, осуществляющее доставку партии товаров;

б. юридическое лицо, осуществляющее перевозку партии товаров;

в. юридическое лицо, заключившее с торговой фирмой контракт на поставку партии товаров.

**2.** Сертификат качества или сертификат соответствия выдается...

а. предприятием-изготовителем товара;

б. экспортером или нейтральной стороной;

в. всё вышеперечисленное.

**3.** Операция по погрузке включает в себя хранение груза на складе:

а. Да.

б. Нет.

**4.** При формировании грузовых единиц:

а. транспортные средства одинаковой грузоподъемности используются для доставки товара от одного поставщика одному получателю;

б. товары одного наименования объединяются для доставки одному получателю;

в. близкие по характеристикам товары объединяются вместе и перемещаются по цепи доставки товара как единое целое.

**5.** Загрузка контейнера - это операция

а. установки контейнера на транспортное средство

- б. заполнения контейнера грузом
- в. оба ответа верные
- 6.** Какие работы включает в себя контрольно-учетная операция?
  - а. Подготовка груза к отправке, сортировка по партиям
  - б. Оформление документов, пломбирование
  - в. Закрытие брезентом, крепление груза

**ПК-13 способностью быть в состоянии выполнять работы по одной или нескольким рабочим профессиям по профилю производственного подразделения:**

- 1.** Порядок введения суммированного учета рабочего времени устанавливается ...
  - а. трудовым договором
  - б. коллективным договором
  - в. правилами внутреннего трудового распорядка
- 2.** Трудовые отношения основаны на ...
  - а. договоре личного найма
  - б. трудовом договоре
  - в. договоре подряда
- 3.** Трудовой договор заключается в ...
  - а. устной форме
  - б. письменной форме
  - в. письменной форме с нотариальным заверением
- 4.** Основание возникновения трудового правоотношения
  - а. заключение трудового договора
  - б. заключение трудового договора или фактическое допущение к работе
  - в. заключение трудового договора, избрание на должность и судебное решение о заключении трудового договора
- 5.** В качестве работодателя – стороны трудового правоотношения может выступать ...
  - а. физическое лицо либо любое обособленное подразделение юридического лица (организации)
  - б. юридическое лицо (организация) либо физическое лицо в случаях, установленных федеральными законами
  - в. физическое лицо либо юридическое лицо (организация), иной субъект, наделенный правом заключать трудовые договоры в случаях, предусмотренных федеральными законами
- 6.** Определение принципов трудового права
  - а. приведено в ТК РФ
  - б. заимствовано из ГК РФ с учетом специфики трудовых отношений
  - в. является доктринальным и сформулировано правовой наукой

**ПК-16 способностью к подготовке исходных данных для составления планов, программ, проектов, смет, заявок:**

- 1.** К организационно-распорядительным документам относятся:
  - а. устав, приказ, положение
  - б. справка, акт, письмо

- в. автобиография, трудовая книжка, договор
- 2. Что является результатом деятельности субъекта управления?**
- а. план, приказ, задание  
б. управленческое решение  
в. готовая продукция организации
- 3. Какие документы необходимы для получения лицензии на перевозки пассажиров.**
- а. Заявление о выдаче лицензии, справка из ГНИ об уплате налогов  
б. Справка из ГИБДД, данные о наличии автотранспорта  
в. Данные о составе и квалификации специалистов, данные о наличии автотранспорта  
г. Заявление о выдаче лицензии, справка из ГИБДД
- 4. Какие работы включает в себя контрольно-учетная операция?**
- а. Подготовка груза к отправке, сортировка по партиям  
б. Оформление документов, пломбирование  
в. Закрывание брезентом, крепление груза
- 5. В цикл заказа входят следующие стадии:**
- а. проведение маркетинговых исследований; анализ сегментов рынка; выбор ценовой стратегии; продвижение товара;  
б. планирование заказа; передача заказа; обработка заказа; подбор и комплектация заказа; доставка заказа;  
в. выбор экспедитора; определение рациональных маршрутов доставки; согласование времени прибытия товара на склад; составление отчета о выполненном заказе.
- 6. Закупка в себя включает:**
- а. выбор поставщиков; проведение переговоров об условиях поставки; заключение договора; приемку товаров от поставщика; транспортно-складские работы;  
б. маркетинговые исследования потребительского спроса; изучение конъюнктуры потребительского рынка; проведение рекламных акций;  
в. контроль качества путем проведения контрольной закупки; составление акта приемки товара; предъявление претензий; обмен некачественного товара.

**ПК-19 способностью к проектированию логистических систем доставки грузов и пассажиров, выбора логистического посредника, перевозчика и экспедитора на основе многокритериального подхода:**

- 1. Выбор перевозчика включает в себя:**
- а. определение вида транспорта;  
б. выбор оператора перевозки (транспортно-экспедиционного предприятия);  
в. выбор типа транспортного средства;  
г. назначение водителя, управляющего выбранным транспортным средством.
- 2. При формировании грузовых единиц:**
- а. транспортные средства одинаковой грузоподъемности используются для доставки товара от одного поставщика одному получателю;  
б. товары одного наименования объединяются для доставки одному получателю;  
в. близкие по характеристикам товары объединяются вместе и перемещаются по цепи доставки товара как единое целое.

**3. Объект исследования в логистике - это...**

- а. процессы, выполняемые торговлей;
- б. материальные и соответствующие им информационные потоки;
- в. рынки и конъюнктура конкретных товаров и услуг;
- г. экономические отношения, возникающие в процессе товародвижения.

**4. Выбор конкретного дистрибьютора, перевозчика, страховщика, экспедитора, банкира и т.д. осуществляется при выборе?**

- а. логистического канала
- б. логистической цепи
- в. нет правильного варианта

**5. Посредник, работающий от своего имени и за свой счет - это:**

- а. дилер;
- б. брокер;
- в. дистрибьютор;
- г. комиссионер.

**6. К основным задачам транспортного обеспечения логистики относят:**

- а. управление материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью снижения общих затрат на продвижение товара от производителя к конечному потребителю;
- б. выбор транспортно - технологической схемы доставки;
- в. согласование транспортного процесса с работой склада;
- г. выбор перевозчика, включающий в себя определение вида транспорта, оператора перевозки и типа транспортного средства;
- д. заключение договора на закупку необходимых материальных ресурсов;
- е. маршрутизация перевозок и контроль движения груза в пути

**ПК-20 способностью к расчету транспортных мощностей предприятий и загрузки подвижного состава:**

**1. При формировании грузовых единиц:**

- а. транспортные средства одинаковой грузоподъемности используются для доставки товара от одного поставщика одному получателю;
- б. товары одного наименования объединяются для доставки одному получателю;
- в. близкие по характеристикам товары объединяются вместе и перемещаются по цепи доставки товара как единое целое.

**2. Загрузка контейнера - это операция**

- а. установки контейнера на транспортное средство
- б. заполнения контейнера грузом
- в. оба ответа верные

**3. При увеличении грузоподъемности транспортного средства, например за счет прицепа, энергоемкость перевозок**

- а. уменьшится
- б. увеличится
- в. останется практически неизменной

**4. К вспомогательным логистическим функциям относятся:**

- а. складирование, грузопереработка, упаковка, послепродажный сервис, информационная поддержка;

б. снабжение, складирование, распределение, транспортировка.

**5.** В качестве условия выбора подвижного состава для перевозки груза в первую очередь рассматривается:

а. соответствие типа кузова виду перевозимого груза и способу выполнения погрузочно-разгрузочных работ;

б. соответствие грузоподъемности транспортного средства количеству перевозимого груза;

в. соответствие себестоимости перевозок производительности автомобиля.

**6.** К основным операциям грузопереработки относятся:

а. разгрузка и приемка груза;

б. формирование складской грузовой единицы, ее транспортировка, складирование и хранение;

в. комплектация заказа;

г. комплектация партии отгрузки;

д. управление запасами на складе;

е. отгрузка и доставка партии отгрузки.

**ПК-21 способностью к разработке проектов и внедрению: современных логистических систем и технологий для транспортных организаций, технологий интермодальных и мультимодальных перевозок, оптимальной маршрутизации:**

**1.** Перевозка грузов одним видом транспорта называется:

а. унимодальной;

б. мультимодальной;

в. мультифидерной.

**2.** Перевозки грузов двумя и более видами транспорта без расформирования грузовой единицы называют:

а. мультимодальными;

б. интермодальными;

в. мультифидерными.

**3.** Транспортно-технологическая система доставки товаров укрупненными грузовыми местами (автомобильными прицепами или полуприцепами) называется:

а. трейлерная;

б. пакетная;

в. фрейджерная;

г. фидерная;

д. контейнерная.

**4.** Мультимодальные перевозки – это:

а. перевозка грузов несколькими перевозчиками;

б. перевозка груза по одному договору двумя или более видами транспорта;

в. перевозка груза двумя или более видами транспорта;

г. перевозка пассажиров по проездному билету;

д. перевозка грузов и пассажиров между странами.

**5.** Признаками интермодальной перевозки являются?

а. использование нескольких видов транспорта

б. использование нескольких видов транспорта и наличие единого оператора перевозки

в. использование только воздушного или морского видов транспорта

**6.** Преимуществом унимодальных перевозок является:

а. удешевление доставки;

б. отсутствие перегрузочных операций;

в. простота в организации.

**ПК-29 способностью к работе в составе коллектива исполнителей по реализации управленческих решений в области организации производства и труда, организации работы по повышению научно-технических знаний работников:**

**1.** Планирование, организация, регулирование и контроль - это:

а. обязанность менеджера

б. функции менеджмента

в. этапы планирования

г. новый метод управления

**2.** В процессе практической работы менеджерам следует опираться на следующие виды планов:

а. оперативные

б. бизнес-план

в. стратегические, с обоснованием основных направлений оперативной деятельности по различным составляющим: производство, транспортировка, торговля, финансовая деятельность.

г. взаимоувязанную систему планов с учетом оперативной деятельности и стратегии развития организации

**3.** Сущность ситуационного подхода состоит в следующем:

а. знание методов профессионального управления, доказавших свою эффективность

б. умение предвидеть последствия применяемых методик и концепций

в. правильное интерпретирование ситуации, определение наиболее важных факторов и применение адекватных методов

г. применение способов действий, вызывающих удовлетворительное отношение руководителя

**4.** Ключевую роль в управлении материальными потоками играют:

а. транспортные и экспедиционные предприятия общего пользования;

б. предприятия оптовой торговли;

в. магазины и другие точки розничной торговли;

г. коммерческо-посреднические организации, оказывающие услуги по организации оптового оборота;

д. предприятия - изготовители.

**5.** Под логистикой обычно принято понимать:

а. управление материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью снижения общих затрат на продвижение товара от производителя к конечному потребителю;

б. логически обоснованные действия высших звеньев руководства по управлению предприятием и связанной с этим организацией информационного обмена и оборота финансовых средств;

в. логистически упорядоченные функции, составляющие алгоритм управления материальными потоками, а также связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью максимального удовлетворения потребностей клиента.

**6.** Каналы распределения выполняют ряд функций:

- а. проводят исследовательскую работу по сбору информации, необходимой для планирования распределения продукции и услуг;
- б. определяют оптимальное количество распределительных центров на обслуживаемой территории;
- в. приспособливают товар к требованиям покупателя;
- г. принимают на себя риски, связанные с функционированием канала.

**ПК-30 способностью использовать приемы и методы работы с персоналом, методы оценки качества и результативности труда персонала:**

**1.** Какие из положений относятся к новой концепции управления компанией:

- а. основная задача менеджмента - рациональная организация производства
- б. ориентация на качество продукции и услуг
- в. ситуационный подход к управлению
- г. основной источник прибыли – работник и производительность труда

**2.** Система контроля качества на современном предприятии должна опираться:

- а. на четко определенные нормы и допущения для конкретных процессов
- б. на оценку качества продукции рабочими в ходе производственного процесса
- в. на жесткий аппарат контроля на выходе готовой продукции
- г. на оценку качества продукции на всех стадиях жизненного цикла

**3.** Способность оказывать влияние на отдельные личности, группы и направлять их усилия на достижение целей организации, не используя властные полномочия:

- а. лидерство
- б. руководство
- в. дифференциация
- г. мотивация

**4.** Что требует от менеджера иметь креативное мышление:

- а. гарантирует более устойчивое управление
- б. дает возможность генерировать нестандартные решения
- в. сокращает время на принятие решения
- г. снижает затраты на управление

**5.** Способность оказывать влияние на отдельные личности, группы и направлять их усилия на достижение целей организации, не используя властные полномочия:

- а. лидерство
- б. руководство
- в. дифференциация
- г. мотивация

**6.** Повышению эффективности использования кадровых ресурсов способствует:

- а. поведенческий подход в управлении персоналом
- б. использование плоских организационных структур управления
- в. использование организационных интеграций типа «стратегический альянс»
- г. снижение издержек на оплату труда персонала

**ПК-31 способностью к кооперации с коллегами по работе в коллективе, к совершенствованию документооборота в сфере планирования и управления оперативной деятельностью транспортной организации:**

1. Состав документации предприятия определяется:
  - а. объемом и характером взаимосвязей предприятия с другими организациями, а также с вышестоящими органами управления
  - б. хозяйственной деятельностью предприятия
  - в. правилами внутреннего распорядка и уставом предприятия
2. Документационное обеспечение управления предприятием не включает в себя:
  - а. документирование управленческой деятельности
  - б. создание службы делопроизводства
  - в. организацию работы с официальными документами
3. Проектирование рациональной системы документооборота основывается на:
  - а. многократности пребывания документа в различных инстанциях
  - б. исключении возвратного движения документов
  - в. пребывании документа в структурном подразделении по необходимости ознакомления с ним
4. Закупка, планирование и управление производством, сбыт могут являться элементами?
  - а. микрологистической системы
  - б. любой логистической системы
  - в. макрологистической системы
5. Основой корпоративного документооборота является совокупность:
  - а. достижений НТП
  - б. производственных отношений на предприятии
  - в. информационных технологий
6. Товарный знак организации не воспроизводится, если на бланке документа присутствует данный реквизит:
  - а. Герб РФ
  - б. наименование организации
  - в. ОГРН

**ПК-33 способностью к работе в составе коллектива исполнителей по оценке производственных и непроизводственных затрат на обеспечение безопасности движения:**

1. Контроль технического состояния автотранспортных средств осуществляет:
  - а. Российская транспортная инспекция (РТИ) Министерства транспорта РФ;
  - б. Государственная инспекция по безопасности дорожного движения (ГИБДД);
  - в. Федеральная инспекция труда
2. Обеспечение безопасности объектов транспортной инфраструктуры достигается?
  - а. надзорной деятельностью ГИБДД, оценкой уязвимостей объектов, контролем со стороны населения;
  - б. подготовкой специалистов, категорированием объектов, оценкой уязвимостей, осуществлением федерального государственного контроля;

в. работой полиции, внедрением систем видеонаблюдения на транспорте, контролем со стороны населения;

г. осуществлением государственного контроля, работой ФСБ, работой полиции, работой охранных фирм;

д. оценкой уязвимостей объектов, внедрением систем охраны и видеонаблюдения, проверкой грузов и пассажиров.

**3.** Назовите задачи службы безопасности движения в автотранспортной организации

а. контроль соблюдения требований по подготовки грузов к перевозке

б. укомплектование транспортных средств

в. выполнение планов технического обслуживания

г. инструктаж по безопасности движения

д. предрейсовый и послерейсовый технический осмотр

е. контроль за качеством стажировки водителей

ё. анализ показателей аварийности

**4.** Назовите случаи проведения специальный инструктажа по безопасности движения проводится со всеми водителями предприятия

а. при опасных изменениях условий движения на маршрутах

б. при переводе водителей на другую марку автомобилей

в. при переходе к осенне-зимним и весенне-летним перевозкам

г. при переходе на другой тип транспортного средства

**5.** Назовите документ, регламентирующий деятельность субъектов автомобильного транспорта и отношения между ними

а. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения»

б. Конвенция о дорожном движении

в. Федеральный закон «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта»

г. Конвенция о дорожных знаках и сигналах

д. Положение об обеспечении безопасности дорожного движения на предприятиях, в учреждениях, организациях, осуществляющих перевозки пассажиров и грузов

**6.** Назовите документ, устанавливающий задачи государства, субъектов РФ в сфере обеспечения безопасности движения

а. Федеральный закон «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта»

б. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения»

в. Конвенция о дорожных знаках и сигналах

г. Положение об обеспечении безопасности дорожного движения на предприятиях, в учреждениях, организациях, осуществляющих перевозки пассажиров и грузов

д. Правила дорожного движения

**ПК-35 способностью использовать основные нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности, проводить поиск по источникам патентной информации:**

**1.** Целью прикладных исследований является:

а. открытие и изучение новых явлений и законов природы, создание новых принципов исследования;

- б. нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствования существующих средств и способов человеческой деятельности;
- в. процесс преобразования научно-технической информации в форму, пригодную для освоения в промышленности

2. Что называется объектом научного исследования:

- а. это материальная или идеальная система;
- б. это структура системы, закономерности взаимодействия элементов внутри системы и вне ее, закономерности развития, различные свойства, качества и т. д.;
- в. все перечисленное.

3. Что называется предметом научного исследования:

- а. это материальная или идеальная система;
- б. это структура системы, закономерности взаимодействия элементов внутри системы и вне ее, закономерности развития, различные свойства, качества и т. д.;
- в. все перечисленное.

4. Что называется изобретением?

- а. это установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств или явлений материального мира, вносящих коренные изменения в уровень познания;

б. это новое и обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой области дающее положительный эффект;

в. это техническое решение, являющееся новым и полезным для предприятия, которому оно подано, и предусматривающее изменение технологии производства или конструкции изделий применяемой техники или состава материала;

г. все перечисленное.

5. Что из приведенных результатов умственного труда не относится к промышленной собственности:

- а. промышленные образцы;
- б. изобретения;
- в. товарные знаки;
- г. фирменные наименования;
- д. статьи

6. В чем заключается основное отличие научной гипотезы от теории:

а. гипотеза в отличие от теории является формой предположительного, а не достоверного научного знания;

б. гипотеза в отличие от теории является формой достоверного, а не предположительного научного знания;

в. научная гипотеза ни чем не отличается от теории.

**ПК-36 способностью к работе в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля и управления системами организации движения:**

1. К основным задачам транспортного обеспечения логистики относят:

а. управление материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью снижения общих затрат на продвижение товара от производителя к конечному потребителю;

б. выбор транспортно - технологической схемы доставки;

в. согласование транспортного процесса с работой склада;

г. выбор перевозчика, включающий в себя определение вида транспорта, оператора перевозки и типа транспортного средства;

д. заключение договора на закупку необходимых материальных ресурсов;

е. маршрутизация перевозок и контроль движения груза в пути.

**2.** Каналы распределения выполняют ряд функций:

а) проводят исследовательскую работу по сбору информации, необходимой для планирования распределения продукции и услуг;

б. определяют оптимальное количество распределительных центров на обслуживаемой территории;

в. приспособливают товар к требованиям покупателя;

г. принимают на себя риски, связанные с функционированием канала.

**3.** Какие из перечисленных операций относятся к транспортной логистике?

а. оптимизация материальных потоков внутри предприятия

б. организация доставки и контроль над транспортированием товаров

в. обеспечение согласованности действий непосредственных участников транспортного процесса

**4.** Принципиальное отличие распределительной логистики от традиционной системы сбыта заключается в?

а. подчинении процесса управления материальными и информационными потоками целям и задачам маркетинга

б. системной взаимосвязи процесса распределения с процессами производства и закупок

в. оба варианта

**5.** Назовите документ, регламентирующий деятельность субъектов автомобильного транспорта и отношения между ними

а. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения»

б. Конвенция о дорожном движении

в. Федеральный закон «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта»

г. Конвенция о дорожных знаках и сигналах

д. Положение об обеспечении безопасности дорожного движения на предприятиях, в учреждениях, организациях, осуществляющих перевозки пассажиров и грузов

**6.** Назовите факторы, характеризующие транспортные условия эксплуатации подвижного состава

а. техническая категория дороги

б. вид и качество дорожного покрытия

в. партионность отправок

г. объем перевозок

д. способ погрузки и выгрузки

е. колебания температуры окружающего воздуха

ё. особенность различных климатических зон

з. влияние внешних факторов на режимы движения

**Таблица ответов.**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>ОК-1</b>	А.Б.Д	Г	Б	А	А	А
<b>ОК-2</b>	Б	В	Г	Д	Б	А
<b>ОК-3</b>	В	А	А	Б	А	Б
<b>ОК-4</b>	А	В	Б	А	А	В
<b>ОК-5</b>	А	А	А	А	А	А
<b>ОК-6</b>	А	Б	А	Г	А	Г
<b>ОК-7</b>	Б	В	Г	Б	Г	Б
<b>ОК-8</b>	А	В	Б.В	А.Б	Б.В	А.Б
<b>ОК-9</b>	Б	В	В	А	Г	Г
<b>ОПК-1</b>	Г	А	Б	В	Б	А
<b>ОПК-2</b>	А	А	Г	В	Г	Б
<b>ОПК-3</b>	Г	Б	В	В	А	А
<b>ОПК-4</b>	А	А	А	Г	Б	Б
<b>ОПК-5</b>	Г	Б	А	Б	В	А
<b>ПК-2</b>	А	А	А	А	А	А
<b>ПК-3</b>	Б	А	В	А	А	В
<b>ПК-4</b>	А	Б	В.А	А.Е	Б	А
<b>ПК-6</b>	В	Б	А	В	А	В
<b>ПК-7</b>	В	А	А	Г	В	Б
<b>ПК-8</b>	Б.В.Г.Е	А	А	В	А	Б
<b>ПК-9</b>	А.В	Б	В	А	Б	А
<b>ПК-10</b>	А	В	А	В	В	Б
<b>ПК-13</b>	В	Б	Б	Б	Б	В
<b>ПК-16</b>	А	В	В	Б	Б	А
<b>ПК-19</b>	В.Г	В	Б	Б	А	Б.В.Г.Е
<b>ПК-20</b>	В	В	А	А	А	А.Б.В.Г.Е
<b>ПК-21</b>	А	А	В	Б	Б	Б.В
<b>ПК-29</b>	Б	Г	В	А.Б.Г.Д	А	А.В
<b>ПК-30</b>	Г	Г	А	Б	А	А
<b>ПК-31</b>	А	Б	Б	А	В	А
<b>ПК-33</b>	А	Г	Г.Е.Ё	А	В	Б
<b>ПК-35</b>	А	А	Б	Б	Д	А
<b>ПК-36</b>	Б.В.Г.Е	А.В	Б.В	В	В	А.Б.З

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»**

Факультет *Автодорожный*  
Кафедра *«Организации транспортных процессов и*  
*безопасности жизнедеятельности»*

**Утверждаю:**  
Председатель учебно-методической  
комиссии по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных про-  
цессов



О.А.Тетерина  
(подпись) (Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по выполнению выпускной квалификационной работы**

Уровень профессионального образования: *высшее образование – бакалавриат*

Направление подготовки: *23.03.01 Технология транспортных процессов*

Направленность (Профиль) подготовки:

*Организация перевозок на автомобильном транспорте*

Квалификация выпускника: *23.03.01 бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, 2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов, утвержденного 06.03.2015 г.

Разработчик профессор кафедры «Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности»

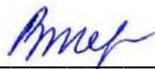


\_\_\_\_\_ Шемякин А.В.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «22» марта 2023 г.,

протокол № 8

Заведующий кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности»



\_\_\_\_\_ Терентьев В.В.

Рецензенты:

- А.Н. Михно начальник управления транспорта г.Рязани.
- Д.С. Рябчиков заместитель директора «Квантекс»

Даются рекомендации по совершенствованию навыков подготовки проектных документов на примере выпускной квалификационной работы бакалавров. С учетом требований соответствующих нормативных документов приводятся рекомендации по структуре, содержанию и оформлению работы. Рекомендации позволят правильно и своевременно подготовить выпускную квалификационную работу, успешно ее защитить и использовать полученные сведения в дальнейшей практической и научной деятельности.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение
1. Основные положения, лежащие в основе подготовки выпускной квалификационной работы
2. Методика выполнения выпускной квалификационной работы
2.1 Выбор и утверждение темы выпускной квалификационной работы специалиста
2.2. Подготовка к написанию основных разделов ВКР и работа над текстом работы
2.3. Требования, предъявляемые к выпускной квалификационной работе и ее структура
2.4. Требования к оформлению пояснительной записки
2.5. Презентационное оформление ВКР
3. Организация защиты ВКР
3.1 Отзыв научного руководителя на ВКР
3.2. Предварительное рассмотрение ВКР (предзащита)
3.3. Процедура защиты ВКР
3.4. Подведение итогов защиты ВКР
3.5 Порядок подачи и рассмотрения апелляции
3.6. Повторное прохождение государственной итоговой аттестации
3.7. Особенности проведения государственной итоговой аттестации для обучающихся из числа инвалидов
Приложения

## ВВЕДЕНИЕ

Документ (от лат. documentum - «образец, свидетельство, доказательство») – материальный носитель с зафиксированной на нём в любой форме информацией в виде текста, звукозаписи, изображения и (или) их сочетания, и предназначенный для передачи ее во времени и в пространстве в целях общественного использования, и хранения.

По типу содержания различают документы – текстовые, иконические (графические), идеографические (схемы, карты), аудиальные, мультимедийные.

В высшей школе наиболее широкое распространение получили текстовые документы, исполнителями которых могут быть преподаватели, аспиранты, студенты.

В настоящих методических указаниях изложены основные требования, которые необходимо соблюдать студентам и преподавателям при выполнении и оформлении всех видов текстовых документов в учебном процессе.

Настоящий руководящий документ регламентирует требования по оформлению пояснительной записки (ПЗ). Единые требования по оформлению ПЗ способствуют улучшению качества выпускной квалификационной работы и повышению технической грамотности выпускников.

Ответственность за выполнение работы несут ее исполнитель, руководитель ВКР, а также кафедра, на которой выполняется данный ВКР.

Руководящий документ разработан в соответствии с требованиями по оформлению текстовых документов, регламентированных межгосударственными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Системы стандартов по информации, библиотечному, издательскому делу (СИБИД) и руководящими документами университета.

## **1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Регламент проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» разработан в соответствии:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральным законом от 31.12.2014 г. № 500-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» от 05.04.2017 г. № 301;
- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» от 29.06.2015 № 636;
- Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по направлениям подготовки и специальностям;
- Законодательными актами Российской Федерации, нормативными актами Министерства образования и науки Российской Федерации, регламентирующими образовательную деятельность;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями

здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденными заместителем министра образования и науки Российской Федерации 08.04.2014 № АК-44/05 вн;

- Уставом ФГБОУ ВО РГАТУ;
- Локальными нормативными актами ФГБОУ ВО РГАТУ.

В соответствии с ФГОС ВО выполнение и защита выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) является завершающим этапом в подготовке специалистов в области наземных транспортно-технологических комплексов.

Согласно ФГОС ВО **объектами профессиональной деятельности специалистов являются:** организации и предприятия транспорта общего и необщего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм; службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта; службы логистики производственных и торговых организаций; транспортно-экспедиционные предприятия и организации; службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг; производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем; научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения; организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.

**Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает** технологию, организацию, планирование и управление технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем, организацию на основе принципов логистики рационального взаимодействия видов транспорта, составляющих единую транспортную систему, а также организа-

цию системы взаимоотношений по обеспечению безопасности движения на транспорте.

Соответственно **видами профессиональной деятельности выпускника являются:** производственно-технологическая; расчетно-проектная; экспериментально-исследовательская; организационно-управленческая.

**Задачи профессиональной деятельности выпускника** в соответствии с видами профессиональной деятельности:

**производственно-технологическая деятельность:**

участие в составе коллектива исполнителей в разработке, исходя из требований рыночной конъюнктуры и современных достижений науки и техники, мер по совершенствованию систем управления на транспорте;

участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа;

анализ состояния действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков;

участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления;

разработка и внедрение рациональных транспортно-технологических схем доставки грузов на основе принципов логистики;

эффективное использование материальных, финансовых и людских ресурсов при производстве конкретных работ;

обеспечение безопасности перевозочного процесса в различных условиях;

обеспечение реализации действующих технических регламентов и стандартов в области перевозки грузов, пассажиров, грузобагажа и багажа;

участие в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств;

участие в составе коллектива исполнителей в контроле за соблюдением экологической безопасности транспортного процесса;

организация обслуживания технологического оборудования;  
выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих.

**расчетно-проектная деятельность:**

реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявлении приоритетов решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности;

участие в составе коллектива исполнителей: в разработке обобщенных вариантов решения производственной проблемы, анализе этих вариантов, прогнозировании последствий, нахождении компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности планирования реализации проекта;

участие в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения;

использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем;

экспериментально-исследовательская деятельность:

участие в составе коллектива исполнителей в фундаментальных и прикладных исследованиях в области профессиональной деятельности;

анализ состояния и динамики изменения показателей качества систем организации перевозок пассажиров и грузов с использованием необходимых методов и средств исследований;

поиск и анализ информации по объектам исследований;

техническое обеспечение исследований;

анализ результатов исследований;

участие в составе коллектива исполнителей в анализе производственно-хозяйственной деятельности транспортных предприятий;

участие в составе коллектива исполнителей в комплексной оценке и повышении эффективности функционирования систем организации и безопасности движения;

создание в составе коллектива исполнителей моделей процессов функционирования транспортно-технологических систем и транспортных потоков на основе принципов логистики, позволяющих прогнозировать их свойства;

участие в составе коллектива исполнителей в прогнозировании развития региональных транспортных систем;

оценка экологической безопасности функционирования транспортных систем.

#### **организационно-управленческая деятельность:**

участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на обеспечение безопасности транспортных процессов;

участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на разработку транспортно-технологических схем доставки грузов и пассажиров;

участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем;

участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля и управления системами организации движения;

участие в составе коллектива исполнителей в подготовке исходных данных для выбора и обоснования технических, технологических и организационных решений на основе экономического анализа;

участие в составе коллектива исполнителей в подготовке документации для создания системы менеджмента качества предприятия;

участие в составе коллектива исполнителей в проведении анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений и служб.

**Выпускные квалификационные работы** при подготовке бакалавров выполняются в форме выпускной квалификационной работы (дипломный проект). ГИА включает выпускную квалификационную работу, подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты выпускной квалификационной работы (дипломного проекта)

Защита выпускных квалификационных работ завершается присвоением государ-

ственной аттестационной комиссией квалификации выпускника соответствующего уровня с выдачей диплома государственного образца.

**Выпускная квалификационная работа (ВКР)** студентов, состоящая из теоретических или экспериментальных исследований, расчетов, чертежей, пояснительной записки с обоснованием технико-экономической целесообразности проекта и подтвержденная расчетно-конструкторскими данными.

ВКР представляет собой комплексное решение проектных, организационных, конструкторско-технологических и технико-экономических вопросов по разработке заданной темы по направлению подготовки, вопросов по безопасности жизнедеятельности и экологичности проекта. ВКР должен содержать совокупность конструктивных решений, основанную на сравнительном анализе лучших отечественных и зарубежных аналогов.

**Комплексная (групповая) выпускная квалификационная работа** выполняется по реальной единой теме несколькими студентами одного направления подготовки, каждый из которых разрабатывает самостоятельно часть объекта, мероприятий, конструкции, устройства, системы и т. п.

**Сквозное проектирование**, как правило, выполняется по реальной теме и предполагает выполнение студентами учебно-исследовательской работы и курсовых проектов по различным учебным дисциплинам, перерастающих в выпускную квалификационную работу).

Выпускная квалификационная работа - завершающий этап обучения, имеющая цель:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности;
- применение этих знаний при решении конкретных научных, технических, экономических и производственных задач;
- умение составлять и технически грамотно оформлять результаты проделанной работы;
- умение читать и выполнять технические документы (чертежи, схемы, алгоритмы);

- развитие самостоятельных навыков работы и выявление подготовленности студентов для самостоятельной работы в условиях современного производства, прогресса науки и техники.

**За принятые в ВКР технические решения и за правильность всех вычислений в первую очередь отвечает студент - автор ВКР**

Согласно ФГОСу, ВКР должна показывать навыки теоретического анализа и практического решения технических проблем конструкционного, технологического и эксплуатационного характера. Следовательно, ВКР представляет собой заключительный научно-исследовательский труд комплексного характера. Она выполняется как самостоятельное исследование актуального вопроса (проблемы) в области подготовки и характеризует уровень теоретической и практической составляющих студента-выпускника, его научную эрудицию и глубину профессиональных знаний и навыков, полученных за весь период обучения по избранным специальностью и специализацией. Работа должна основываться на теоретических положениях и фактических материалах о текущем состоянии вопроса, исходить из реальной действительности и практики решения аналогичных технических задач, а также отражать современные достижения общетехнических и прикладных дисциплин.

Подготовка и выполнение ВКР способствует закреплению и комплексному использованию знаний сформированных компетенций, полученных в процессе изучения профессиональных дисциплин, умению проявить навыки, приобретенные во время учебной, производственной и преддипломной практик (проводимых в профильных организациях и на предприятиях), а также их эффективному использованию в исследовательской и практической деятельности.

**Целью выполнения ВКР** является систематизация, обобщение и проверка специальных теоретических знаний и практических навыков студентов, в области наземных транспортно-технологических комплексов, завершающих вузовское обучение.

ВКР – творческий труд, результатом которого может быть и нетрадиционный, оригинальный взгляд на поставленную проблему.

Исследование предполагает достаточную в рамках профессионально-образовательной программы теоретическую разработку выбранной темы с анализом источников и литературы, нормативно-правовых актов, авторских разработок и других материалов по исследуемому вопросу (проблеме). В этих целях студент должен комплексно использовать полученные знания по таким учебным дисциплинам, как: «Основы логистики», «Пассажирские перевозки», «Грузовые перевозки», «Моделирование транспортных процессов», «Основы транспортно-экспедиционного обслуживания», «Основы научных исследований», «Менеджмент», «Экономика отрасли».

ВКР выполняется на основе изучения литературы по специальности 23.03.01 Технология транспортных процессов (учебников, учебных пособий, методических материалов, конструкторских разработок, чертежей или макетов), нормативно правовых источников, специальной литературы по избранной теме исследования (статей, монографий, других научных изданий, статей, тезисов), средств массовой информации.

ВКР должна иметь логично выстроенную структуру, которая в систематизированной форме отражает текстуально изложенное содержание проведенного исследования, его результаты и практические рекомендации.

Для руководства ВКР каждому студенту назначается научный руководитель. Руководителями могут быть профессора, доценты, старшие преподаватели имеющие ученую степень. При назначении руководителя могут учитываться пожелания студента. При необходимости вместе с научным руководителем может быть назначен и научный консультант. Консультантами могут быть как преподаватели вузов, научные сотрудники НИИ, так и высококвалифицированные работники профильных организаций или предприятий города.

Научный руководитель выпускной квалификационной работы:

- выдает обучающемуся задание для выполнения выпускной квалификационной работы и курирует его работу по сбору и обобщению необходимых материалов на преддипломной практике;
- проводит систематические, предусмотренные расписанием консультации;

- проверяет выполнение работы в соответствии с графиком;
- координирует работу консультантов по отдельным разделам выпускной квалификационной работы;
- присутствует на защите обучающегося с правом совещательного голоса.

Научный руководитель ВКР несет полную ответственность за научную самостоятельность и достоверность результатов проведенного исследования. В ходе выполнения обучающимся ВКР научный руководитель консультирует его по всем вопросам подготовки ВКР, рассматривает и корректирует план работы над ВКР, дает рекомендации по списку литературы, указывает обучающемуся на недостатки аргументации, композиции, стиля и т.д. и рекомендует, как их лучше устранить.

Обучающийся периодически информирует научного руководителя о ходе подготовки ВКР и консультируется по вызывающим затруднения вопросам.

Консультации по ВКР проводятся с целью оказания научной и методической помощи студенту в выполнении ВКР, а также носят контрольно-проверочный характер.

Контроль над работой студентов осуществляет соответствующая выпускающая кафедра, в данном случае – кафедра «Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности» далее ОТП и БЖД. Периодически на заседаниях кафедры заслушиваются сообщения научных руководителей о ходе подготовки ВКР. По представлению научного руководителя в случае невыполнения графика подготовки ВКР студент может вызываться для отчета на заседание кафедры.

Законченная выпускная квалификационная работа, подписанная обучающимся и если есть консультантами, представляется научному руководителю.

Научный руководитель ВКР представляет на кафедру, где выполняется выпускная квалификационная работа, письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы.

## **2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

### **2.1 Выбор и утверждение темы выпускной квалификационной работы специалиста**

Выбор темы выпускной квалификационной работы имеет большое значение. Правильно выбрать тему работы – наполовину обеспечить успешное её выполнение.

Тема ВКР может формироваться на основе предложений (заявок) предприятий и носить практический или научно-исследовательский характер. Для студентов, обучающихся без отрыва от производства, тематику ВКР рекомендуется формировать совместно с предприятием, на котором работает выпускник.

При определении тематики ВКР и составлении задания необходимо предусмотреть использование для расчетов и проектирования современные методы математического моделирования с использованием ЭВМ. Для выполнения соответствующих расчетов студент может воспользоваться программами, STATISTIKA или MatCad или же применить другие аналогичные, которыми овладел самостоятельно. Объектами ВКР являются: организации и предприятия транспорта общего и необщего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм; службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта; службы логистики производственных и торговых организаций; транспортно-экспедиционные предприятия и организации; службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг; производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем; научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и без-

опасности движения и т.д.

Тематика ВКР может быть связана с содержанием хоздоговорных и госбюджетных научно-исследовательских работ, выполняемых на кафедре ОТП и БЖД

Тематика ВКР должна соответствовать профилю выпускника по организации автомобильных перевозок и управлению на транспорте и отражать актуальные задачи в области совершенствования и интенсификации автомобильных перевозок с целью полного и своевременного удовлетворения потребностей в перемещении грузов и людей при эффективном использовании материальных средств и трудовых ресурсов.

Основными направлениями тематики ВКР, выполняемых студентами направления подготовки 23.03.01 "Технология транспортных процессов" являются (приложение 1):

1. Совершенствование организации перевозок грузов промышленности, сельского хозяйства, строительства, торговли.
2. Совершенствование организации перевозок скоропортящихся продуктов и опасных грузов.
3. Развитие и совершенствование перевозок грузов в контейнерах и пакетами на поддонах.
4. Развитие и совершенствование перевозок тяжеловесных и крупно-габаритных грузов.
5. Развитие и совершенствование перевозок грузов в смешанном сообщении.
6. Эффективные методы использования погрузочно-разгрузочных машин и механизмов в организации транспортного процесса.
7. Совершенствование перевозок грузов на междугородных и международных маршрутах.
8. Развитие и совершенствование транспортно-экспедиционного обслуживания предприятий при перевозках грузов.
9. Совершенствование и развитие автобусных перевозок пассажиров в городах, сельских районах, на пригородных, междугородных и международных маршрутах.

10. Развитие и совершенствование перевозок пассажиров в смешанном сообщении.
11. Развитие и совершенствование обслуживания населения легковыми автомобилями-такси.
12. Развитие и совершенствование транспортно-экспедиционного обслуживания населения.
13. Формирование и функционирование рынка автотранспортных услуг.
14. Маркетинговая деятельность АТП.
15. Управление на автотранспорте.
16. Решение задач транспортного хозяйства по повышению качества обслуживания потребителей.
17. Эффективность применения рациональных видов тары при перевозке материально-технических ресурсов.
18. Экономическая эффективность мероприятий по развитию материально-технической базы транспорта.
19. Эколого-экономическая оценка природоохранной деятельности объектов транспортного хозяйства.
20. Альтернативы транспортировки и критерии выбора логистических посредников.
21. Повышения качества сервисных услуг на различных видах транспорта общего пользования.
22. Оценка эффективности функционирования транспорта общего пользования.
23. Повышение эффективности работы предприятий за счет применения логистических технологий доставки грузов.
24. Разработка транспортно-складской схемы доставки товаров в логистической системе распределения готовой продукции.
25. Разработка микрологистической модели функционирования транспортного предприятия с целью снижения уровня материальных запасов и оборотных средств.
26. Логистическое управление перевозками пассажиров на микро- и макроуровнях.

Тематическое решение исследовательских задач должно ориентировать на разработку конкретных проблем, имеющих научно-практическое значение. Темы работ должны соответствовать объему теоретических знаний и практических навыков, полученных по всем дисциплинам профессионально-образовательной программы.

Примерные темы выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), формируются заведующими кафедрами и утверждаются деканом факультета. Данный перечень доводится деканатом до сведения обучающихся не позднее, чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

После выбора темы каждому обучающемуся необходимо написать заявление на имя декана факультета по установленной форме (Приложение № 2).

По письменному заявлению обучающегося (нескольких обучающихся, выполняющих выпускную квалификационную работу совместно) на имя декана заведующий кафедрой своим распоряжением может предоставить возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по предложенной обучающимся (обучающимися) теме в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности

Изменение темы ВКР возможно по решению ведущей кафедры на основании заявления студента, но не позднее, чем по истечении 1/3 срока, отведенного на его подготовку. Изменение темы оформляется приказом ректора..

Далее проходят утверждение приказом деканата, а при их окончательном выборе за студентами утверждаются приказом по вузу.

План ВКР студент согласовывает с научным руководителем, который оказывает научную и методическую помощь на протяжении всего периода работы над исследованием.

При необходимости в тематику и перечень конкретных тем ежегодно вносятся изменения, дополнения, вытекающие из требований развития отрасли.

## **2.2. Подготовка к написанию основных разделов ВКР и работа над текстом работы**

Выпускная квалификационная работа представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) оформляется обучающимся как на бумажном носителе, так и в электронном виде. При этом целесообразно пользоваться техническими средствами и (или) использовать раздаточный материал для председателя и членов ГЭК.

Выпускная квалификационная работа должна иметь логично выстроенную структуру, которая в систематизированной форме концентрированно отражает текстуально изложенное содержание проведенного исследования, его результаты и практические рекомендации.

По содержанию и форме работа должна соответствовать ГОСТу. Типовая **структура работы включает следующие части (разделы), соответствующие друг другу:**

Пояснительная часть:

1. Титульный лист.
2. Задание на ВКР.
3. Аннотация.
4. Содержание.
5. Введение.
6. Аналитический раздел.
7. Проектный раздел.
8. Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды.
9. Технико-экономический раздел.
10. Заключение.
11. Список использованных источников.
12. Приложения.

14 . Презентационный материал.

## **2.3. Требования, предъявляемые к выпускной квалификационной работе и ее структура**

### **2.3.1 Содержание и объем ВКР**

ВКР разрабатывается в соответствии с заданием на проектирование и включает в себя расчетно-пояснительную записку и презентационную часть.

Как правило, расчетно-пояснительная записка состоит из титульного листа, задания, аннотации, содержания, введения, аналитической части, проектной части, раздела охраны труда и безопасности жизнедеятельности, экономического раздела, заключения, списка литературы и приложений.

Содержание и оформление ВКР должны отвечать требованиям, предусмотренным стандартами ЕСКД и ЕСТД. В презентационной части ВКР представляются основные результаты полученных решений.

#### **Оформление титульного листа**

Титульный лист ВКР оформляется на бланке установленной формы согласно требованиям стандартов РГАТУ. Образцы оформления титульного листа, приведены в приложении 3.

#### **Оформление листа задания**

Лист задания ВКР оформляется на бланке установленной формы согласно требованиям стандартов РГАТУ. Образцы оформления задания на ВКР, приведены в (приложении 4).

#### **Аннотация**

Текст аннотации должен отражать объект разработки, цель проекта, методы исследования, полученные результаты и их новизну. Аннотация оформляется в специальной рамке со штампом. (Приложение 5)

#### **Содержание**

Успешное написание ВКР зависит от организации самостоятельной работы студента, а также от правильно составленного плана исследования.

После утверждения темы и получения задания по ВКР от научного руково-

дителя студент самостоятельно составляет план (содержание) работы. Правильно составленный план помогает систематизировать материал, обеспечивает последовательность его изложения.

План согласовывается с научным руководителем. В процессе написания ВКР план может корректироваться.

Содержание представляет собой составленный в определенном порядке перечень разделов, подразделов, пунктов, которые будут рассматриваться в работе с указанием страницы, с которой они начинаются.

Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя.

### **Введение (1-2 стр.)**

Во введении (1-2 стр.), отражается современное состояние вопроса, которому посвящена работа; а также основная цель и задачи ВКР, обоснование актуальности проекта.

### **Аналитический раздел (10-15 стр.)**

В данном разделе и одном- двух листов презентации приводят характеристику предприятия, структуру управления и анализируют его производственную деятельность. Комплексный анализ включает в себя рассмотрение показателей существующего перевозочного процесса и технико-эксплуатационных показателей подвижного состава используемых при организации перевозок. При анализе организации перевозок грузов необходимо:

- привести схему маршрутов и ее характеристику;
- дать характеристику грузопотоков на маршрутах;
- указать условия перевозок - климатические, дорожные, своевременность доставки грузов, партионность доставки и т.д.
- обосновать выбор применяемого на маршруте подвижного состава;
- дать характеристику пунктов погрузки и разгрузки;
- оценить организацию труда работы водителей на маршрутах;
- оценить требования клиентуры к организации перевозочного процесса и

сравнить показатели работы проектируемого процесса с передовыми перевозочными процессами.

Выводы данного раздела должны подтверждаться цифровыми сведениями из отчетов предприятия за последние 3...5 лет. На основании результатов анализа в проектной части должна быть предложена рациональная система организации перевозок.

### **Проектный раздел(25-30 стр.)**

Для проектирования перевозочного процесса необходимы следующие технико-экономические, технико-эксплуатационные показатели работы предприятия и исходные данные:

- назначение предприятия и форма хозяйствования;
- наименование и годовой объем перевозимых грузов (пассажиров);
- потенциальные клиенты;
- конкурентоспособность;
- списочный состав и техническое состояние автомобилей, прицепов и полу прицепов по типам и маркам;
- средняя техническая скорость или;
- средняя эксплуатационная скорость (для пассажирских перевозок)
- средняя длина ездки с грузом или поездки пассажира;
- подвижность населения;
  - коэффициент использования пассажироместимости или грузоподъемности;
  - коэффициент использования пробега;
  - коэффициент выпуска автомобилей;
  - коэффициент платного пробега для таксомоторных перевозок;
  - время работы автомобиля на линии;
  - финансовые показатели деятельности предприятия.

В данном разделе с последующей разработкой 2-3 листов презентации должны быть разработаны мероприятия связанные с совершенствованием организации перевозочного процесса на данном предприятии и решены, например, сле-

дующие задачи:

**1. Увеличение перевозки массы грузов** возможно за счет увеличения числа прицепов и полуприцепов или их модернизации, приходящихся на один автомобиль-тягач.

**2. Увеличение коэффициента использования пробега** за счет организации автомобильных перевозок большегрузными автомобилями (автопоездами) со сменными прицепами и полуприцепами. При этом возможно получить эффект от комплексного управления погрузочными ресурсами. Возможна организация загрузки автомобиля в обратном направлении, изменение маршрута подвоза и развоза грузов. Кроме того, возможно выполнить оптимизацию маршрутов перевозки грузов с применением современных экономико-математических методов.

**3. Уменьшение числа тонно-операций** и сокращение потребностей в объеме складской емкости.

При внедрении почасового графика работы автомобилей на линии представляется возможным перегружать грузы непосредственно на рабочее место, минуя склад (перегрузка с колес в торговый зал, монтаж здания с колес транспортных средств, прямой вариант перегрузки автомобиль-вагон, автомобиль-судно и т.п.). При этом будет устранена в среднем одна тонно-операция на каждой тонне перевозимого груза. Потребность в объемах складской емкости сократится примерно на одну треть. Кроме того, сократится часть рабочей силы (грузчики и механизаторы).

**4. Снижение потребности оборотных средств** в запасах товарно-материальных ценностей путем организации работы транспорта, ориентированной на использование в производстве сырья, материалов и промышленных полуфабрикатов непосредственно с прибывающих транспортных средств, минуя склад. Это позволяет обеспечить возможность работы с меньшими запасами товарно-материальных ценностей, уменьшить контингент, обслуживающий погрузочно-разгрузочные работы, уменьшить автомобиле-часы и пассажиро-часы непроизводительной работы. Высвобожденные ресурсы можно рассматривать как источник капиталовложений в развитие транспортной инфраструктуры (транс-

порта, складов, погрузочно-разгрузочных механизмов, автомобильных дорог).

**5. Выбор типажа подвижного состава** проводится по производительности и себестоимости транспортной работы. Для этого рекомендуется использовать существующие методики расчета по дисциплине «Экономика АТП», а также методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Организация грузовых перевозок».

При выборе типажа подвижного состава целесообразно предусмотреть обеспечение автомобилей-тягачей оборотными полуприцепами, применение автомобилей-самосвалов, использование автомобилей малой и средней грузоподъемности при перевозке мелких партий грузов, совмещение профессий водителя и экспедитора. После выбора типажа подвижного состава определяются показатели работы автомобилей: средняя техническая скорость, коэффициенты использования пробега, грузоподъемности (вместимости), среднее время погрузки-разгрузки автомобиля или время прицепки или отцепки тягача, средние скорости движения автомобилей.

**6. Среднее время погрузки-разгрузки автомобиля** определяется в зависимости от суммарных данных по весу перевозимых грузов и номинальной грузоподъемности.

Для обслуживания погрузочно-разгрузочных работ проектируется соответствующее количество пунктов отправления и приема грузов и оснащение этих пунктов механизмами. При этом рассчитывается число постов в условиях синхронной работы автомобилей и погрузочно-разгрузочных пунктов. Проводится обоснованный расчетами подбор механизмов погрузки-выгрузки, в процессе которого также устанавливается режим их работы.

**7. Средние скорости движения автомобилей** в городе могут выбираться по нормативным данным или по отчетным данным АТП, работающих в аналогичных условиях.

В результате эксплуатационного расчета определяются режимы движения подвижного состава, работы водителей на линии и количество ходовых автомобилей предприятия, прицепов и полуприцепов.

Режим работы подвижного состава разрабатывается с учетом возможного увеличения общих объемов перевозок за счет организации полутора - или двухсменной работы.

Ходовое количество транспортных средств определяется для каждого маршрута в отдельности, а затем суммируется для получения численности ходового парка предприятия. Определяется также суммарный коэффициент использования пробега и среднесуточный пробег для каждого вида подвижного состава и по всему АТП в целом.

При проектировании пассажирских перевозок, например автобусных, необходимое число автобусов может быть определено исходя из потребного годового пассажирооборота и суточной производительности одного автобуса. При этом должна быть учтена неравномерность пассажиропотока по часам суток и по длине маршрутов. Аналогично определяется необходимое количество автомобилей-такси для таксомоторного предприятия. Выполняется подробный расчет маршрута в течение суток.

Рассматриваются вопросы организации труда водителей, организация диспетчерского контроля, регулирования и управления работой автобусов и такси, качества обслуживания пассажиров и другие дополнительные вопросы по отдельному индивидуальному заданию.

Примерные схемы выполнения ВКР по совершенствованию организации грузовых и пассажирских перевозок приведены в приложениях 1-6.

### **Охрана труда, окружающей среды и безопасность жизнедеятельности**

#### **(1-3 стр.).**

Содержание раздела должно соответствовать теме ВКР и быть его составной частью.

В разделе следует поместить выводы из анализа состояния охраны труда на объекте преддипломной практики с указанием причин наиболее тяжелых и наиболее частых несчастных случаев, расчеты показателей травматизма, графики изменения показателей травматизма по годам. Основными вопросами, разрабатываемыми в данном разделе ВКР, являются:

- обеспечение норм освещенности, естественной и принудительной вентиляцией рабочих мест и помещений;
- снижение запыленности и шума в производственных помещениях до установленных норм;
- обеспечение температурно-влажностного режима в производственных помещениях;
- обеспечение электробезопасности и безопасности в производственных помещениях и на открытом воздухе;
- обеспечение установленных норм противопожарных разрывов на территории объекта;
- обеспечение территории объекта и помещений противопожарной сигнализацией и средствами обычного автоматического пожаротушения.

Объект проектирования рассматривается с точки зрения воздействия на окружающую среду. Даются рекомендации по уменьшению этого воздействия, приводятся расчеты, подтверждающие уменьшение воздействия факторов производства после проведения природоохранных мероприятий. Основной вопрос, данного раздела – это контроль и мероприятия по снижению токсичности отработавших газов в дизельных и бензиновых двигателях.

### **Технико-экономический раздел (5 стр.)**

Технико-экономическая оценка проекта, включая один лист презентации, который должна содержать:

- расчет по определению основных технико-экономических показателей;
- расчет потребности в капиталовложениях и общей стоимости основных производственных фондов предприятия;
- экономическое обоснование выбора типа подвижного состава;
- расчет оборотных средств и удельных технико-экономических показателей;
- определение общей и расчетной прибыли, рентабельности, показателя окупаемости у проектируемого мероприятия.

### **Заключение**

В заключении приводятся краткие выводы по результатам выполненной ди-

пломной работы, оценка полноты решения поставленных задач, рекомендации и исходные данные по конкретному использованию проектных решений, оценка технико-экономической эффективности.

Основное внимание должно быть уделено сравнительной оценке требований задания с полученными результатами. Должны быть отмечены положительные стороны предложенных решений и их недостатки, показана конкурентоспособность предлагаемых решений, прибыль, рентабельность и другие финансовые показатели. В заключении также указывается научная, практическая, социальная ценность результатов работы. Приводятся предложения по внедрению с оценкой технико-экономической эффективности.

## **Приложения**

В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполнением ВКР, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть пояснительной записки.

В приложения могут быть включены материалы, дополняющие пояснительную записку, таблицы вспомогательных данных, протоколы, иллюстрации вспомогательного характера, акты внедрения, инструкции, методики, описания алгоритмов и программ расчета на ЭВМ, таблицы и распечатки с ЭВМ, выполненные на листах формата А3 и др.

Приложения оформляют как продолжение пояснительной записки на последних ее листах.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с буквы А, за исключением букв Е, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого

приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Формулы, иллюстрации и таблицы каждого приложения нумеруют арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

### **Список библиографических источников**

Список должен содержать сведения об источниках, использованных при выполнении ВКР, ссылки, на которые должны быть в тексте.

#### **Примеры библиографического описания различных видов источников**

##### **Глава из книги**

1. Столяров, Ю.Н. Онтологическая сущность информации /Ю.Н. Столяров.- М., 2000.- Гл. 2, § 1.- С. 43-57.

##### **Учебно-методическое пособие**

1. Савельев, И.В. Курс общей физики: Учеб.пособие для студентов вту-зов /И.В. Савельев. – 2- е изд., перераб. – М.: Наука, 2012. – Т.1-3.
2. Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – 432 с.: ил. – Предм. указ.:С. 429-432.

##### **Сборник**

1. Институт российской истории (Москва). Доклады института Российской истории РАН, 1995 –1996 гг. / Рос.акад. наук. – М.: ИРИ, 1997.- 250 с.

##### **ГОСТ**

1. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний: ГОСТ 14846-81, – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 47 с.

##### **Патентные документы**

1. А.с. 650786 РФ, МКИ В 23 39/00. Роторный сверлильный полуавтомат /Л.И. Безуглый, Вятская ГСХА.- 0723953/20-14; Заявл. 24.04.84; Опубл. 07.01.89; Бюл. № 1 //ИСМ.- 1989.- Вып. 15, № 8.- С.5

##### **Научные статьи**

1. Электроприводы переменного тока с полупроводниковыми преобразователями.: Тез.докл. VII научн.-техн. конф.- Москва, 2006.- 41 с.
2. Результаты моторных исследований горчичного биотоплива. /А.П. Уханов и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2011. – № 5. – С. 7 – 10.

#### **2.4. Требования к оформлению пояснительной записки**

Пояснительная записка к выпускной работе должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел, цель и содержание работы. Общими требованиями к пояснительной записке являются: четкость и логическая последовательность изложения материала; убедительность аргументации; краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования;

конкретность изложения результатов работы; обоснование рекомендации и предложений.

### **Способы выполнения записки**

Пояснительная записка печатается на одной стороне листа формата А4 шрифтом - Times New Roman 14 с полуторным межстрочным интервалом. Текст записки не должен выходить за размеры полей слева - 30 мм, справа - 15 мм, сверху - 20 мм, снизу - 20 мм.

Страницы пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами. Сокращение слов в тексте, как правило, не допускается, кроме установленных стандартом размерностей и общепринятых сокращений.

Буквенные обозначения математических и других величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать установленным стандартам. Формулы следует записывать, применяя принятые стандартные обозначения и символы. Во всех формулах необходимо расшифровывать впервые встречающиеся в тексте записи условных обозначений.

В записке должны быть ссылки на литературные источники, из которых заимствованы отдельные формулы, числовые значения коэффициентов и других показателей или методы расчета. При этом следует указывать только заключенный в квадратные скобки номер источника, под которым он значится в списке используемой литературы.

Вписывать в текст записки, изготовленной с применением ЭВМ, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять иллюстрации следует черной тушью.

Расстояние от рамки формы до границ текста следует оставлять в начале и в конце строк не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки формы должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинают с отступом, равным 10-15 мм.

Описки и графические неточности (опечатки) допускается исправлять подчисткой или закрашиванием штрихом. Не допускаются повреждения листов за-

писки, помарки и следы не полностью пропечатанного текста.

### **Требования к построению текста**

Текст пояснительной записки разделяют на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точки не ставятся. Аналогично нумеруются пункты и подпункты.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или, при необходимости, ссылки в тексте записки на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацевого отступа. Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацевого отступа.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно - 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела - 8 мм. Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

В начале пояснительной записки (после аннотации) помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров листов (страниц). Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы. Нумерация страниц

записки и приложений, входящих в ее состав, должна быть сквозная.

### **Оформление иллюстраций и приложений**

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту записки (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце ее. Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Название следует помещать над таблицей.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы, как и иллюстрации, в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

На все таблицы записки должны быть приведены ссылки в тексте, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием её номера. Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, и подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа сверху и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки

таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затруднит пользование таблицей. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страниц, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф или строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы - над каждой ее частью.

## **2.5. Презентационное оформление ВКР**

Презентационная часть проекта включает чертежи, графики, схемы, таблицы, планировки, диаграммы, выполненные на ЭВМ с использованием различных графических редакторов в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Объем презентационного материала должен составлять 5-8 листов. Точное количество презентационных листов и материал, на них изображаемый, каждый дипломник согласует со своим руководителем и представителями кафедр-консультантов.

Представлять презентационный материал необходимо в электронном виде на компакт-диске (CD) или флеш-карте с обязательной распечаткой на листах бумаги формата А4, которые должны быть сброшюрованы в отдельную тетрадь с титульным листом (приложение 6).

### **3. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ВКР**

Завершенная ВКР, оформленная в соответствии с требованиями, первоначально подписывается студентом на всей документации проекта, представляется на подпись консультантам проекта по соответствующим разделам, нормоконтролеру и только после этого сдается научному руководителю для окончательной проверки и составления отзыва (приложение 7).

Подготовленная ВКР представляется на выпускающую кафедру не позднее, чем за две недели до утвержденной даты официальной защиты для прохождения процедуры предварительной защиты и решения о допуске к защите.

ВКР со всеми сопроводительными документами также передается рецензенту, назначенному заведующим кафедрой автотракторная техника и теплоэнергетика.

При наличии допуска к защите и отзыва научного руководителя выпускная квалификационная работа представляется к защите в Государственную аттестационную комиссию (далее – ГЭК).. Обучающийся имеет право на публичную защиту выпускной квалификационной работы при отрицательном отзыве научного руководителя.

#### **3.1 Отзыв научного руководителя на ВКР**

Научный руководитель готовит отзыв на выпускную квалификационную работу, в котором должно быть отражено:

- характеристика научного содержания работы;
- степень самостоятельности обучающегося в проведении исследований и обсуждении полученных результатов;
- понимание обучающимся этих результатов;
- способность обучающегося критически анализировать научную литературу;
- результаты проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного, детализированные по разделам работы, комментарии научного руководителя по обнаруженному заимствованию.

Результаты проверки выпускной квалификационной работы на объем заим-

ствования, в том числе содержательного выявления неправомерных заимствований в обязательном порядке прилагаются к отзыву с последующим представлением в ГЭК. Результаты проверки должны быть подписаны научным руководителем.

В заключение научный руководитель должен отметить достоинства и недостатки выполненной работы. Отзыв должен заканчиваться выводом о возможности (невозможности) допуска выпускной квалификационной работы к защите (с обязательным учетом результатов проверки на объем заимствования, в том числе содержательного).

Научный руководитель должен оценить работу обучающегося во время выполнения данной выпускной квалификационной работы, приобретенные знания и сформированные компетенции.

Выпускная квалификационная работа с отзывом научного руководителя (при наличии консультанта – с его подписью на титульном листе) передается заведующему кафедрой, который на основании этих материалов решает вопрос о готовности выпускной квалификационной работы и допуске обучающегося к защите ВКР. В случае положительного решения вопроса ставит свою подпись и дату на титульном листе работы.

В случае отрицательного решения заведующим кафедрой вопроса о готовности выпускной квалификационной работы и допуске обучающегося к ее защите этот вопрос обсуждается на заседании кафедры. На основании мотивированного заключения кафедры декан факультета делает представление на имя ректора Университета о невозможности допустить обучающегося к защите выпускной квалификационной работы.

Обучающийся знакомится с отзывом не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы

### **3.2 Предварительное рассмотрение ВКР (предзащита)**

До официальной защиты в целях предварительной проверки качества ВКР,

соответствия специализации подготовки и требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам высших учебных заведений, выпускающей кафедрой проводится предварительное рассмотрение ВКР. Целью проведения предзащиты является оказание помощи студенту в исправлении выявленных ошибок, выяснении спорных моментов, устранении недостатков оформления и т. п. Проведение предзащиты направлено на то, чтобы студент почувствовал уверенность в своей правоте, состоятельность как специалиста, убедился в достаточности собственных знаний и сил для успешной защиты ВКР.

Для проведения предзащиты создаются проблемно-тематические группы из двух-трех специалистов вуза, по научному профилю которых выполнена ВКР.

Дата предзащиты назначается заведующим кафедрой по согласованию с научным руководителем студента-дипломника.

Студент представляет на защиту ВКР в полном объеме текстовой и презентацию. Текстовая часть должна быть скреплена, основные надписи (штампы) графической части, а также вся документация проекта должны быть подписаны дипломником, консультантами, нормоконтролером и руководителем проекта в соответствующих местах.

ВКР, не имеющая всех подписей, не скрепленная, а также представленная не в полном объеме, **на предзащиту не допускается.**

На предзащите студент должен кратко изложить основные положения ВКР и достигнутые результаты, аргументированно ответить на вопросы. Проблемно-тематическая группа проводит предварительную экспертизу ВКР на предмет ее соответствия предъявляемым требованиям с учетом необходимости внесения композиционных либо редакционно-стилистических, технических, грамматических доработок и прочих поправок.

Итогом предварительного рассмотрения должно стать заключение о готовности студента к официальной защите. Заключение удостоверяется подписью заведующего кафедрой на титульном листе ВКР в отведенном месте.

Для повторного предварительного рассмотрения ВКР, получившей отрицательное заключение членов проблемно-тематической группы, может быть созвано

внеочередное заседание соответствующей кафедры.

### **3.3 Процедура защиты ВКР**

Защита выпускной квалификационной работы включается в состав государственной итоговой аттестации студентов высших учебных заведений, завершающих обучение по специальности 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Итогом выполнения выпускной квалификационной работы является сама работа и ее публичная защита, которая проводится с целью оценки государственной экзаменационной комиссией степени усвоения выпускником, завершающим обучение по конкретной образовательной программе, практических навыков, знаний и умений, определяющих его способность к профессиональной деятельности.

Защита выпускной квалификационной работы проводится по месту нахождения Университета. В случае выполнения выпускных квалификационных работ при участии работодателей могут быть организованы выездные заседания государственной экзаменационной комиссии, если защита выпускной квалификационной работы требует специфического материально-технического оснащения.

Процедура защиты ВКР включает в себя в качестве обязательных элементов:

- выступление выпускника с кратким изложением основных результатов ВКР;
- ответы выпускника на вопросы членов комиссии и лиц, присутствующих на заседании ГЭК.

Процедура защиты ВКР может включать в себя следующие дополнительные элементы:

- заслушивание отзыва научного руководителя;
- ответы выпускника на замечания членов ГЭК и лиц, выступивших в ходе обсуждения ВКР.

В деканате факультета составляется график защиты обучающимися выпускных квалификационных работ, который размещается на информационном стенде факультета.

Изменение утвержденного порядка очередности защиты обучающихся возможно только по решению председателя ГЭК (в случае отсутствия председателя - его заместителя).

Обучающийся, не явившийся на защиту выпускной квалификационной работы без уважительной причины в соответствии с утвержденной очередностью, считается не прошедшим защиту выпускной квалификационной работы.

В Государственную экзаменационную комиссию до начала заседания должны быть представлены:

- выпускная квалификационная работа;
- отзыв научного руководителя;
- копия приказа о допуске обучающихся к защите выпускной квалификационной работы;
- отчет о результатах проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного выявления неправомерных заимствований;
- материалы, характеризующие научную и практическую ценность работы (при наличии).

Защита ВКР проходит публично на открытых заседаниях Государственной экзаменационной комиссии (далее – ГЭК) с участием не менее 2/3 её состава.

Заседание ГЭК начинается с объявления списка обучающихся, защищающих выпускные квалификационные работы на данном заседании. Председатель комиссии оглашает регламент работы, затем в порядке очередности приглашает на защиту обучающихся, каждый раз объявляя фамилию, имя и отчество выпускника, тему выпускной квалификационной работы, фамилию и должность научного руководителя и рецензента.

Защита выпускных квалификационных работ должна носить характер научной дискуссии и проходить в обстановке высокой требовательности и принципиальности.

Для доклада обучающемуся предоставляется не более 10 минут. Из доклада обучающегося должно быть ясно, в чем состоит личное участие обучающегося

в получении защищаемых результатов. Доклад оканчивается оценкой достигнутых результатов исследования. Насколько четко и аргументировано студент сможет выступить с представлением выполненной работы, расставив акценты на достигнутых результатах, настолько убедительным будет его выступление. Поэтому особое внимание следует уделить речи студента. Она должна быть ясной, технически грамотной, уверенной, понятной и убедительной. Речь также должна быть также выразительной, что зависит от темпа, интонации, громкости. Недопустимо нарушение норм литературного произношения, в частности употребление неправильных ударений в словах. Доклад должен сопровождаться демонстрацией иллюстративных материалов и (или) компьютерной презентацией. Все необходимые иллюстрации к защите должны быть выполнены четко и в размерах, удобных для демонстрации в аудитории. Графики, таблицы, схемы должны быть аккуратными и иметь заголовки.

Обучающемуся рекомендуется сделать распечатку ключевых файлов презентации для каждого члена ГЭК (формат А4). Все материалы, представленные в раздаточном виде, нумеруются в соответствии с хронологией использования их в докладе

Для демонстрации компьютерной презентации и иллюстративных материалов аудитория, в которой проводится защита выпускной квалификационной работы, оснащается соответствующими техническими средствами (ноутбук, проектор, экран).

После доклада обучающегося ему задаются вопросы по теме работы, причем вопросы могут задавать не только члены ГЭК, но и все присутствующие.

В процессе защиты выпускной квалификационной работы члены государственной экзаменационной комиссии должны быть ознакомлены с отзывом научного руководителя выпускной квалификационной работы и рецензией.

После ответа обучающегося на вопросы слово предоставляется научному руководителю выпускной квалификационной работы (если он присутствует). Если научный руководитель не присутствует на защите, зачитывается его отзыв одним из членов ГЭК.

После этого слово предоставляется обучающемуся для ответа на замечания рецензента.

Затем председатель выясняет у членов ГЭК и рецензента, удовлетворены ли они ответом обучающегося, и просит присутствующих выступить по существу выпускной квалификационной работы.

Общее время защиты одной выпускной квалификационной работы не более 20 минут.

Решение государственной экзаменационной комиссии об оценке, присвоении квалификации и выдаче выпускнику документа об образовании и о квалификации принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов ГЭК, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии (в случае отсутствия председателя - его заместитель) обладает правом решающего голоса. Решение принимается по завершении защиты всех работ, намеченных на данное заседание. При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки обучающегося, качество выполнения и оформления работы и ход ее защиты.

Каждый член ГЭК дает свою оценку работы (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) и, после обсуждения, выносятся окончательное решение об оценке работы. В случае необходимости может быть применена процедура открытого голосования членов ГЭК. Результаты защиты выпускной квалификационной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

По окончании названных процедур председатель ГЭК сообщает дипломнику и присутствующим об окончании защиты.

### **3.4 Подведение итогов защиты ВКР**

Результаты публичной защиты обсуждаются на закрытом заседании ГЭК.

На основании защиты ВКР ГЭК решает, умеет ли студент самостоятельно

творчески мыслить, критически оценивать факты, систематизировать и обобщать материал, выделять в этом материале главное, правильно определять цель и задачи решения проблемы, использовать современные средства для ее преодоления. ГЭК оценивает уровень знаний и навыков студента, владение техническим языком, способность читать и понимать конструкторские чертежи, схемы и иную документацию, решать сложные технические вопросы.

Обобщенная оценка защиты выпускной квалификационной работы определяется с учетом отзыва научного руководителя, рецензии, качества презентации результатов работы (демонстрационных материалов), оценки ответов на вопросы членов ГЭК.

На оценку работы также влияет использование в ВКР результатов собственных научных исследований, участие с докладами в студенческих научных конференциях и иных форумах, наличие опубликованных работ в форме тезисов, статей, конкурсных работ, заявок на выдачу охранных документов, материалов, подтверждающих внедрение результатов разработки проекта в производство (приложение 8).

Решения ГЭК принимаются большинством голосов, ее членов, участвующих в заседании. При равном числе голосов решающий голос принадлежит председателю комиссии.

Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если работа:

- выполнена самостоятельно;
- выполнена на актуальную тему;
- в ходе работы получены оригинальные научно-технические решения, которые представляют практический интерес, что подтверждено соответствующими актами или справками, расчетами экономического эффекта и т.д.;
- при выполнении работы использованы современные инструментальные средства проектирования;
- имеет положительные отзывы научного руководителя;

- при защите работы обучающийся демонстрирует глубокие знания вопросов темы, свободно оперирует данными, во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.), доказательно отвечает на вопросы членов ГЭК;
- содержание работы полностью соответствует теме и заданию, излагается четко и последовательно, оформлено в соответствии с установленными требованиями.

Оценка «хорошо» выставляется за выпускную квалификационную работу, которая соответствует перечисленным в предыдущем пункте критериям, но при ее подготовке без особого основания использованы устаревшие средства разработки и (или) поддержки функционирования системы и не указаны направления развития работы в этом плане. Есть некоторые замечания по исполнению или изложению конструкторской части, ответам на вопросы и оформлению ВКР.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если работа:

- выполнена на уровне типовых проектных решений, но личный вклад обучающегося оценить достоверно не представляется возможным;
- допущены принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных заданий;
- работа отличается поверхностным анализом и недостаточно критическим разбором предмета работы, просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные предложения, недостаточно доказательны выводы;
- в отзывах научного руководителя и имеются замечания по содержанию работы и методике анализа;
- при защите обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если работа:

- не соответствует теме и неверно структурирована;
- содержит принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных заданий;

- не содержит анализа и практического разбора предмета работы, не отвечает установленным требованиям;
- не имеет выводов или носит декларативный характер;
- в отзывах научного руководителя и рецензента высказываются сомнения об актуальности темы, достоверности результатов и выводов, о личном вкладе обучающегося в выполненную работу;
- к защите не подготовлены наглядные пособия и раздаточный материал;
- при защите обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса и научной литературы, при ответе допускает существенные ошибки.

В случае неудовлетворительной защиты ВКР студент отчисляется из вуза. Повторная защита проводится в соответствии с Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». (от 31.08.2017, протокол №1)

На этом же заседании ГЭК принимает решение о рекомендации результатов лучших выпускных квалификационных работ к публикации в научной печати, внедрению на производстве, о выдвижении работы на конкурс, о рекомендации лучших обучающихся в магистратуру, в аспирантуру, о выдаче диплома с отличием.

Результаты защиты выпускных квалификационных работ объявляются в тот же день после оформления протоколов заседаний ГЭК

### **3.5 Порядок подачи и рассмотрения апелляции**

Для проведения апелляций по результатам государственных аттестационных испытаний в Университете формируется единая апелляционная комиссия для всех специальностей и направлений подготовки. В состав апелляционной комиссии входят председатель указанной комиссии и не менее 3 членов указанной ко-

миссии. Состав апелляционной комиссии формируется из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу организации и не входящих в состав государственных экзаменационных комиссий.

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию.

3.5.1 Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) несогласии с результатами государственного экзамена (Приложение 9).

3.5.2 Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания.

3.5.3 В случае поступления от обучающегося апелляции, секретарь государственной экзаменационной комиссии направляет в апелляционную комиссию протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, заключение председателя государственной экзаменационной комиссии о соблюдении процедурных вопросов при проведении государственного аттестационного испытания, а также письменные ответы обучающегося (при их наличии) (для рассмотрения апелляции по проведению государственного экзамена) либо выпускную квалификационную работу, отзыв и рецензию (рецензии) (для рассмотрения апелляции по проведению защиты выпускной квалификационной работы).

3.5.4 . Апелляция не позднее 2 рабочих дней со дня ее подачи рассматривается на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель государственной экзаменационной комиссии и обучающийся, подавший апелляцию. Заседание апелляционной комиссии может проводиться в отсутствие обучающегося, подавшего апелляцию, в случае его неявки на заседание апелляционной комиссии.

Решение апелляционной комиссии доводится до сведения обучающегося, подавшего апелляцию, в течение 3 рабочих дней со дня заседания апелляционной

комиссии. Факт ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью обучающегося.

3.5.5 При рассмотрении апелляции о нарушении процедуры проведения государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия принимает одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции, если изложенные в ней сведения о нарушениях процедуры проведения государственной итоговой аттестации обучающегося не подтвердились и (или) не повлияли на результат государственного аттестационного испытания;
- об удовлетворении апелляции, если изложенные в ней сведения о допущенных нарушениях процедуры проведения государственной итоговой аттестации обучающегося подтвердились и повлияли на результат государственного аттестационного испытания.

3.5.6 В случае удовлетворения апелляции результат проведения государственного аттестационного испытания подлежит аннулированию, в связи с чем протокол о рассмотрении апелляции не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию для реализации решения апелляционной комиссии. Обучающемуся предоставляется возможность пройти государственное аттестационное испытание в сроки, установленные деканатом факультета.

3.5.7 При рассмотрении апелляции о несогласии с результатами государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции и сохранении результата государственного аттестационного испытания;
- об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата государственного аттестационного испытания.

3.5.8 Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленного ре-

зультата государственного аттестационного испытания и выставления нового.

3.5.9 Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит (Приложение 10).

3.5.10 Повторное проведение государственного аттестационного испытания осуществляется в присутствии председателя или одного из членов апелляционной комиссии не позднее даты завершения обучения в Университете в соответствии со стандартом.

3.5.11 Апелляция на повторное проведение государственного аттестационного испытания не принимается.

3.5.12 Протоколы заседаний апелляционной комиссии хранятся в архиве Университета в соответствии с номенклатурой дел.

3.5.13 Документами, подлежащими строгому учету, по основным видам работ апелляционной комиссии, которые хранятся в течение года, являются:

- материалы, поступившие в комиссию (заявление - апелляция обучающегося (выпускника), родителей (законных представителей) и др.;
- журнал регистрации апелляции;
- заключение о результатах рассмотрения апелляции;
- книга протоколов заседаний, оформленная в соответствии с инструкцией о делопроизводстве.

### **3.6. Повторное прохождение государственной итоговой аттестации**

3.6.1 Обучающиеся, не прошедшие государственной итоговой аттестации в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по уважительной причине (временная нетрудоспособность, исполнение общественных или государственных обязанностей, вызов в суд, транспортные проблемы (отмена рейса, отсутствие билетов), погодные условия или в других случаях), по решению ректора Университета вправе пройти ее в течение 6 месяцев после завершения государственной итоговой аттестации.

3.6.2 Обучающийся обязан сообщить в деканат факультета о пропуске государственного аттестационного испытания по уважительной причине в день его проведения и представить документ, подтверждающий уважительную причину его

отсутствия, в течение 3-х рабочих дней с момента устранения причины, препятствующей прохождению государственной итоговой аттестации. В этом случае обучающемуся на основании личного заявления назначается дата повторного прохождения государственного аттестационного мероприятия.

3.6.3 Обучающийся, не прошедший одно государственное аттестационное испытание по уважительной причине, допускается к сдаче следующего государственного аттестационного испытания (при его наличии).

3.6.4 Обучающиеся, не прошедшие государственное аттестационное испытание в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по неуважительной причине или в связи с получением оценки "неудовлетворительно", а также обучающиеся, указанные в пункте 3.8.1 настоящего методического указания и не прошедшие государственное аттестационное испытание в установленный для них срок (в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание или получением оценки "неудовлетворительно"), отчисляются из Университета с выдачей справки об обучении как не выполнившие обязанностей по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана.

3.6.5 Лицо, не прошедшее государственную итоговую аттестацию, может повторно пройти государственную итоговую аттестацию не ранее чем через 10 месяцев и не позднее чем через пять лет после срока проведения государственной итоговой аттестации, которая не пройдена обучающимся. Указанное лицо может повторно пройти государственную итоговую аттестацию не более двух раз.

3.6.6 Для повторного прохождения государственной итоговой аттестации указанное лицо по его заявлению восстанавливается в Университет на период времени, установленный Университетом, но не менее периода времени, предусмотренного календарным учебным графиком для государственной итоговой аттестации по соответствующей образовательной программе.

3.6.7 При повторном прохождении государственной итоговой аттестации по желанию обучающегося решением деканата факультета ему может быть установлена иная тема выпускной квалификационной работы.

### **3.7. Особенности проведения государственной итоговой аттестации для обучающихся из числа инвалидов**

3.7.1 Для обучающихся из числа инвалидов государственная итоговая аттестация проводится в Университете с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности).

3.7.2 При проведении государственной итоговой аттестации обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение государственной итоговой аттестации для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не являющимися инвалидами, если это не создает трудностей для инвалидов и иных обучающихся при прохождении государственной итоговой аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с председателем и членами государственной экзаменационной комиссии);
- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении государственной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

3.7.3 Все локальные нормативные акты Университета по вопросам проведения

государственной итоговой аттестации доводятся до сведения обучающихся инвалидов в доступной для них форме.

3.7.4 По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность сдачи обучающимся инвалидом государственного аттестационного испытания может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительность выступления обучающегося при защите выпускной квалификационной работы - не более чем на 15 минут.

3.7.5 В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении государственного аттестационного испытания:

а) для слепых:

- задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;
- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

- задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются увеличенным шрифтом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в письменной форме;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в устной форме.

3.7.6 Обучающийся инвалид не позднее чем за 3 месяца до начала проведения государственной итоговой аттестации подает в деканат письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием его индивидуальных особенностей. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности (для каждого государственного аттестационного испытания).

## 4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Учебно-методическая и научная

#### Основная литература

1. Олещенко Е.М. Грузоведение: учебник / Е. М. Олещенко, А. Э. Горев. - М. : Академия, 2014. - 288 с.
2. Андреев К.П. Перевозка опасных грузов: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин - РГАТУ, 2014.
3. Андреев К.П. Грузоведение на автомобильном транспорте: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин - РГАТУ, 2014.
4. Вельможин А.В., Гудков В.А. и др. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб.для вузов. Волгоград, 2012.
5. Андреев К.П. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014
6. Андреев К.П. Классификация грузового автомобильного транспорта: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин - РГАТУ, 2014
7. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник / авт. В. А. Гудков [и др.]. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011. - 448 с.
8. Андреев К.П. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014
9. Андреев К.П. Пассажирские автомобильные перевозки: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014
10. Транспортная логистика [Текст] : учеб. для вузов / под ред. Л.Б. Миротина. - М. : Экзамен, 2013. - 512 с. - ISBN 5-94692-036-7;

11. Шемякин А.В. «Логистика на автомобильном транспорте» [Текст] /А.В.Шемякин, К.П.Андреев., П.Б.Скрипкин – РГАТУ, 2014.
12. Троицкая, Н. А. Мультимодальные системы транспортировки и интермодальные технологии [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. А. Троицкая, А. Б. Чубуков, М. В. Шилимов. - М. : Академия, 2012. - 332 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 327-329. - ISBN 978-5-7695-4690-7.
13. Сханова С.Э. Основы транспортно-экспедиционного обслуживания (4-е изд., перераб.) учеб.пособие / С.Э. Сханова, О.В. Попова, А.Э. Горев. – М.: Академия, 2011 – 432 с.
14. Андреев К.П.Классификация транспортных организаций и компаний: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014
15. Андреев К.П.Транспортно-экспедиционные операции доставки грузов: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014
16. Беляков Г.И. Безопасность жизнедеятельности Охрана труда : учебник для бакалавров. – М. :Юрайт, 2012. Серия : Бакалавр. Базовый курс.
17. Латышенко М.Б. Безопасность жизнедеятельности. : учебно-методическое пособие/ М.Б. Латышенко, Е.В. Лунин, В.В. Терентьев, Е.Ю. Шемякина – Рязань : ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010.
18. Миротин Л.Б «Основы логистики» [Текст]/Л.Б.Миртин, А.К.Покровский. – 2-е изд.,стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2014. - 192 с. (Сер.бакалавриат)- ISBN 978-5-4468-1274-5;
19. Шемякин А.В. «Основы логистики» [Текст] /А.В.Шемякин, К.П.Андреев., П.Б.Скрипкин – РГАТУ, 2014.
20. Введение в математическое моделирование[Электронный ресурс]: Учебное пособие/Под ред. П.В. Трусова. М.: Логос, 2004. – 440 с. – ЭБС «Библио-Россика»
21. Советов Б.Я. Моделирование систем [Электронный ресурс]: Учебник для академического бакалавриата/Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. 7-е изд. - [М.:Издательство Юрайт](#), 2015. – 343 с. – ЭБС «Юрайт»

22. Моделирование организационно-технологических систем [Текст] / Татанов И.В., Авраменко В.П., Тимофеев В.А., Панасенко А.А. - Рязань : Русское слово, 1996. - 224 с.

## 6.2 Дополнительная литература

1. Деняк О.А. Грузоведение: информационные аспекты: учебное пособие / О. А. Деняк. - СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2012. - 140 с.
2. Спиринов, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учебник - М. : Академия, 2011. - 400 с.
3. Пассажирские автомобильные перевозки : учебник для вузов / Л. Л. Афанасьев, А. И. Воркут, Л. Б. Миротин и др.; Под ред. Н. Б. Островского. - М. : Транспорт, 2012. - 220 с.
4. Артемьев, С. П. Международные перевозки автомобильным транспортом [Текст] : справочник / С. П. Артемьев, О. С. Смирнов, О. В. Шаронов. - М. : Транспорт, 2012.
5. Рябчинский А.И. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: учебник / А. И. Рябчинский, В.А. Гудков, Е.А. Кравченко - М.: Академия, 2014. - 256 с.
6. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие / А.Э. Горев. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2012. - 288 с.
7. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для вузов. – М. :Юрайт, 2013.
8. Неруш, Ю. М. Логистика [Текст] : учеб. для вузов / Ю. М. Неруш. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юнити, 2001. - 389 с. - ISBN 5-238-00108-8.
9. Основы логистики [Текст] : учебник для вузов / В. А. Гудков [и др.] . - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 351 с. : ил. - Библиогр.: с. 348-349. -ISBN 5-93517-195-3;
10. Основы логистики [Текст] : учеб. пособие / под ред. Л. Б. Миротина, В. И. Сергеева. - М. : Инфра-М, 2000. - 200 с.-(Высшее образование). -ISBN 5-16-

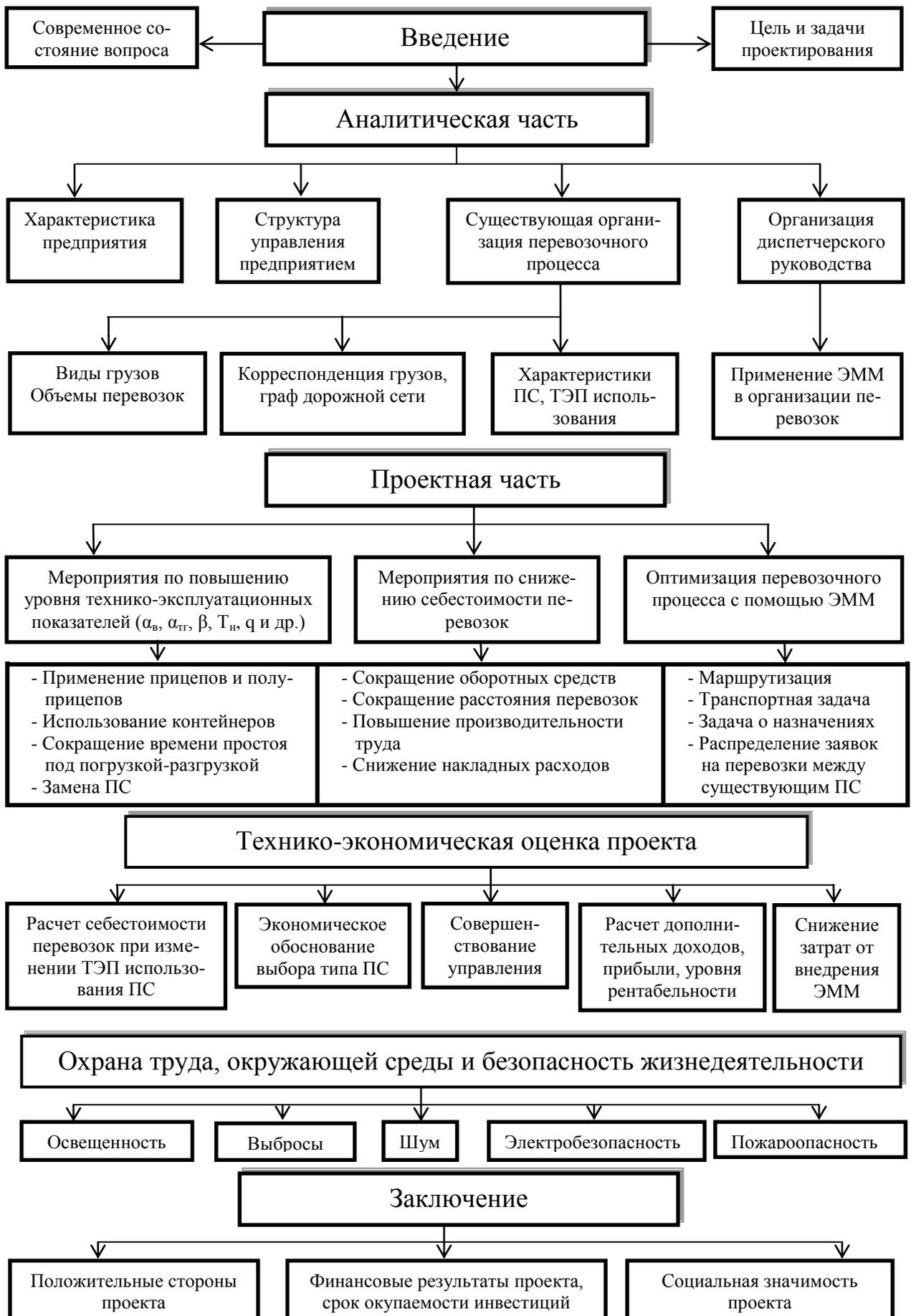
000003-8.

11. Беспалов, Р. С. Транспортная логистика. Новейшие технологии построения эффективной системы доставки [Текст] / Р. С. Беспалов . - Москва : Вершина, 2008. - 384 с. : ил.. - Библиогр.: с. 379-382. - ISBN 978-5-9626-0375-9.

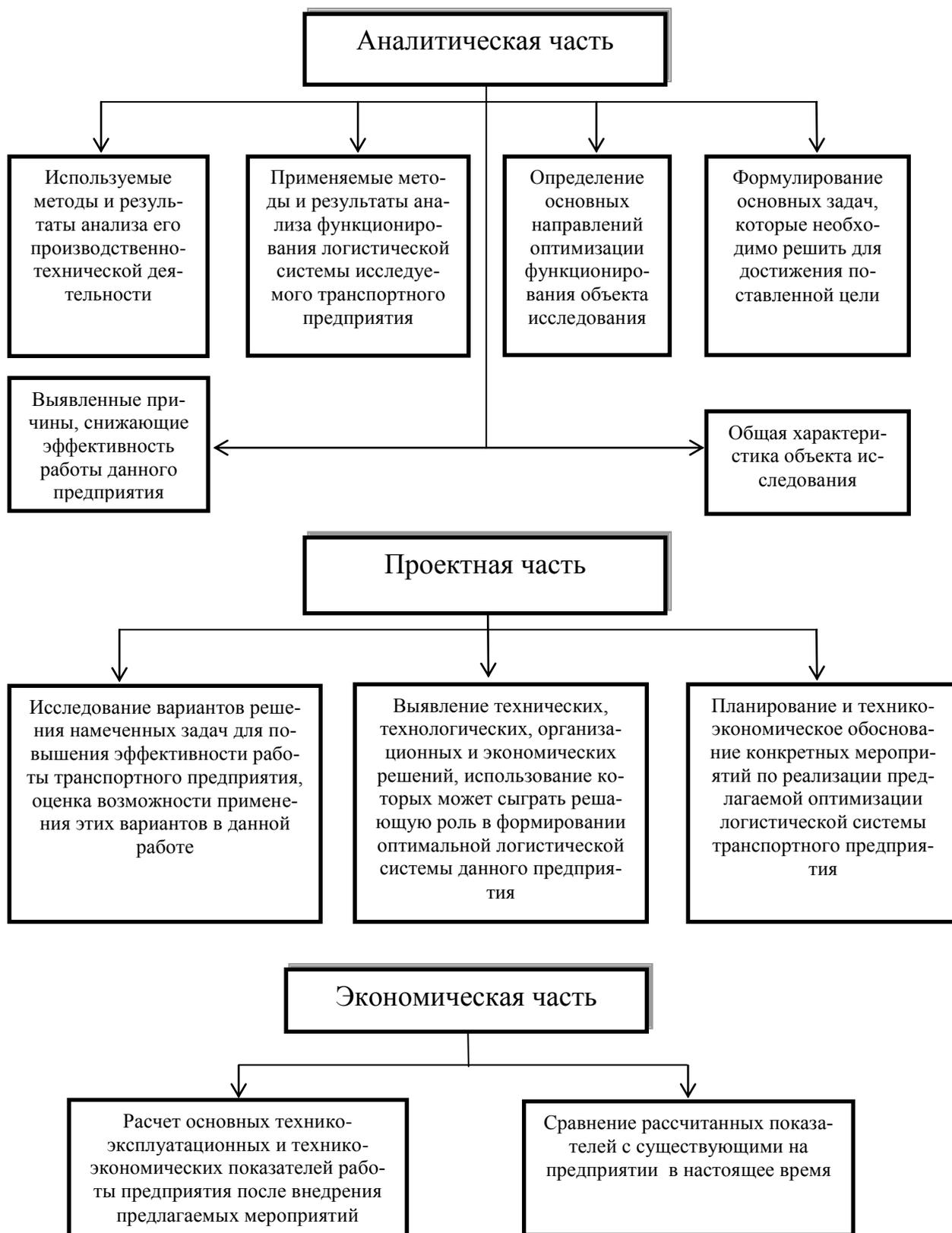
Нормативная

18. Гражданский кодекс Российской Федерации, часть 2, гл. 40 «Перевозка», гл. 41 «Транспортное экспедирование».
19. Устав автомобильного транспорта и городского наземного электротранспорта (2007г.)

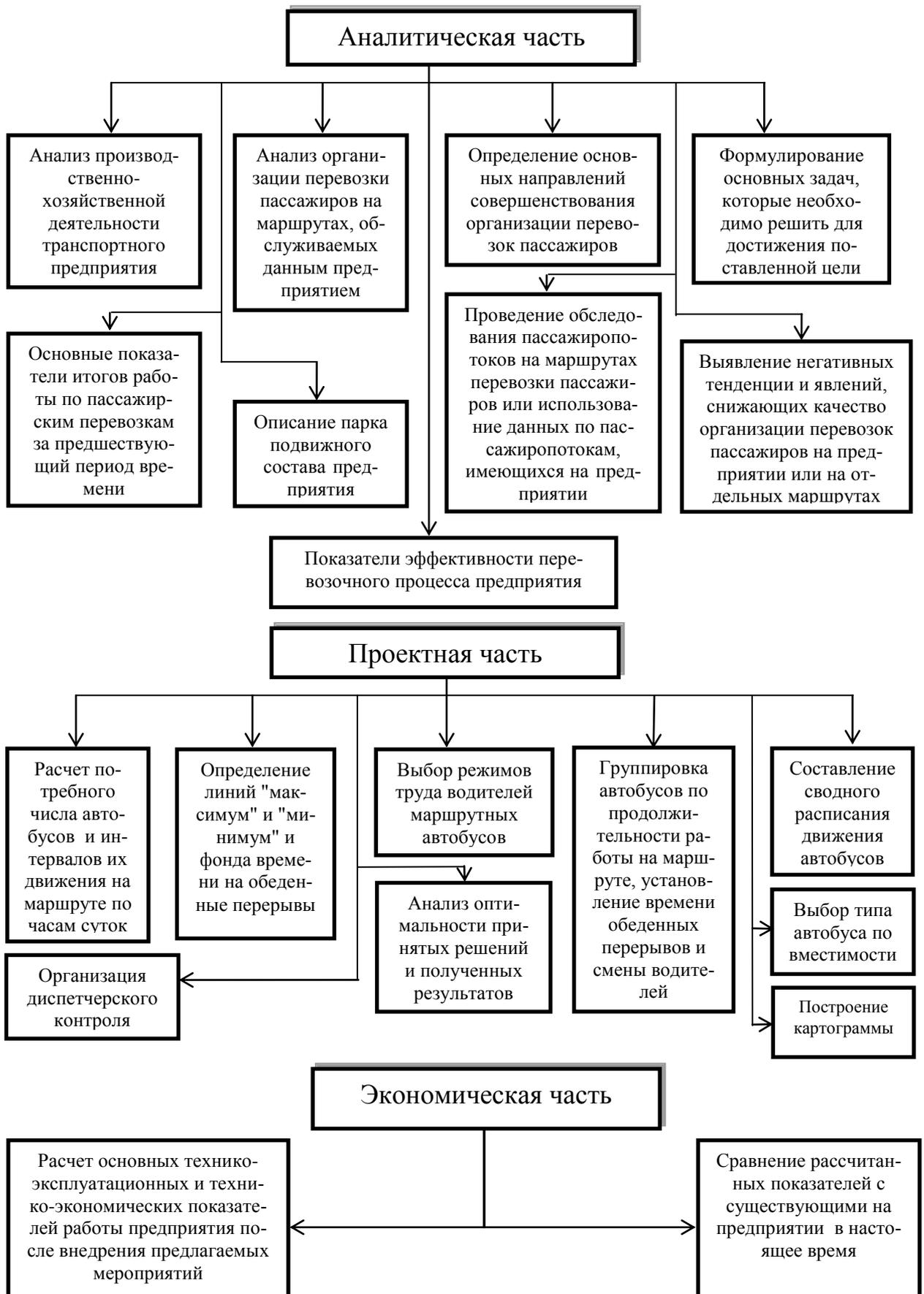
Тема: «Совершенствование организации грузовых перевозок»



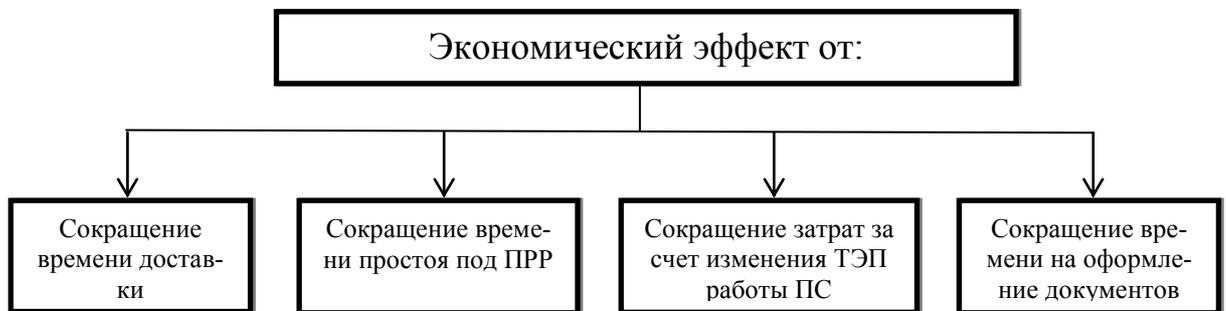
# Тема: «Применение логистических методов для повышения эффективности работы транспортного предприятия»



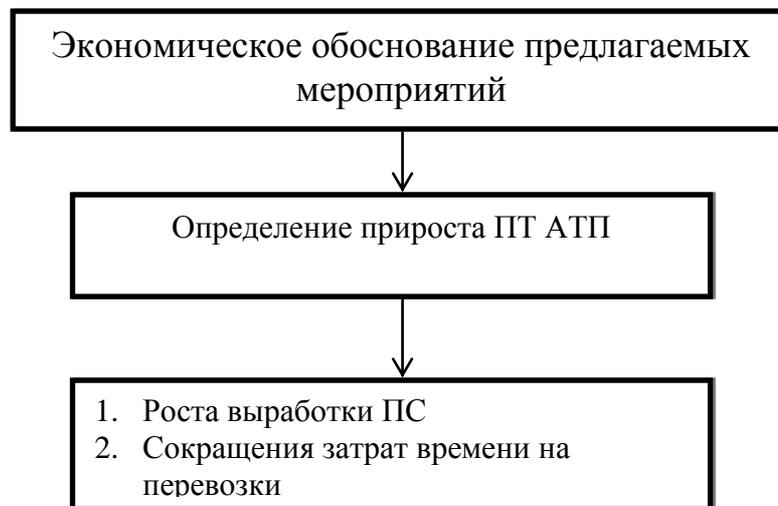
# ТЕМА: «Совершенствование организации пассажирских перевозок»



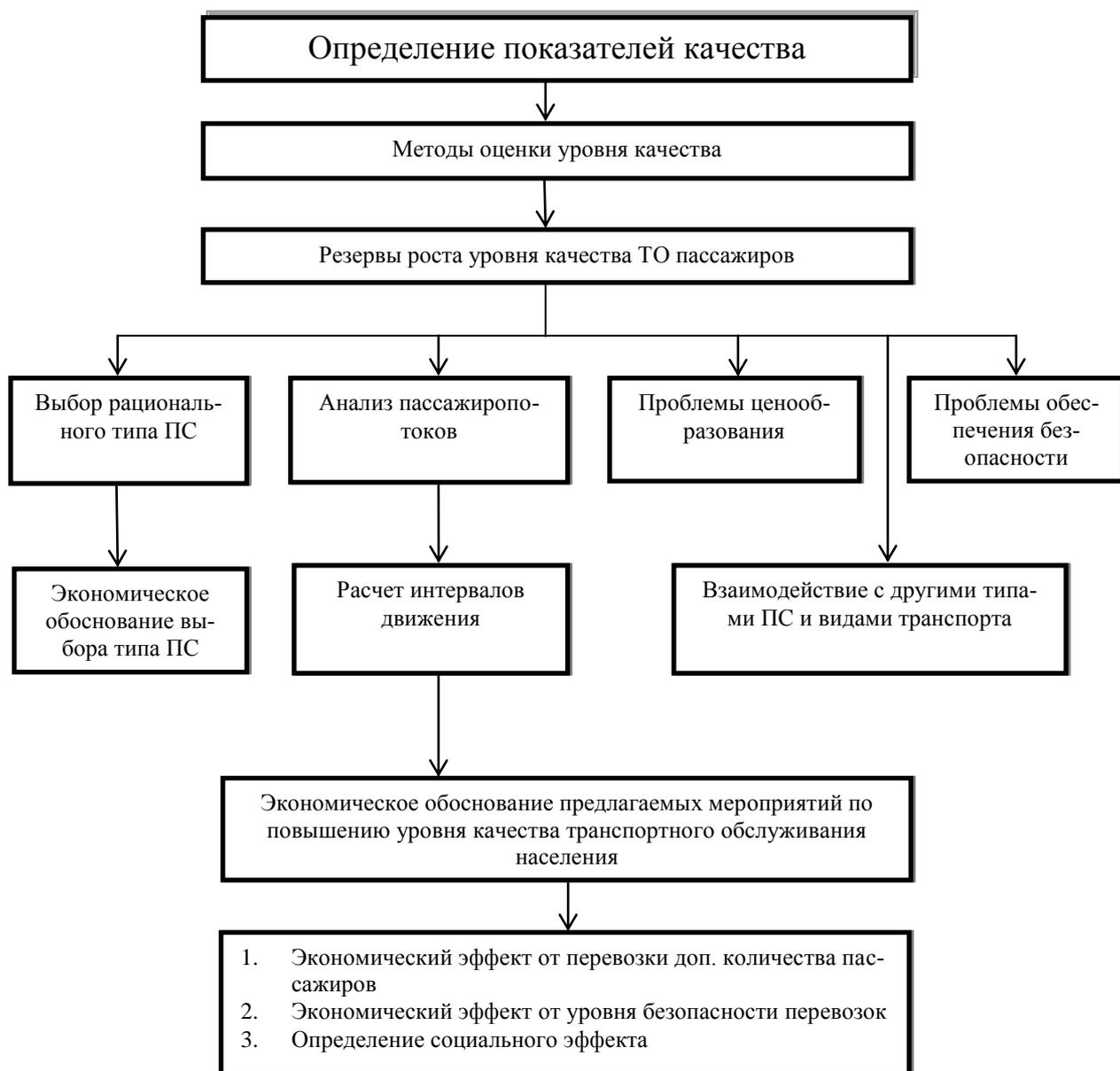
## ТЕМА: «Совершенствование ТЭО предприятий»



## ТЕМА: «Повышение производительности труда на АТП»



## ТЕМА: «Повышение качества обслуживания населения»



**Образец формы заявления студента**

«Утверждаю»

Декан автодорожного факультета  
/ Г.К. Рембалович /

Декану автодорожного факультета \_  
Рембаловичу Георгию Константиновичу  
студента (ки) \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы  
направления 23.03.01. «Технология  
транспортных процессов»

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(Фамилия, имя, отчество)

заявление.

Прошу Вас разрешить мне выполнение ВКР по кафедре

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
и назначить руководителем

Дата \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_  
(подпись)

Руководитель  
ВКР

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Деканат просит зав.кафедрой на заседании кафедры уточнить тему и утвер-  
дить руководителей ВКР.

Дата \_\_\_\_\_

Декан автодорожного  
факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись)

**Заключение кафедры.**

Тема дипломного проекта

\_\_\_\_\_  
Дата представления в деканат законченной ВКР \_\_\_\_\_

Зав. Кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

Дипломник \_\_\_\_\_  
(подпись)

Дата \_\_\_\_\_

Сот. тел: \_\_\_\_\_

дом.тел: \_\_\_\_\_

**Образец оформления титульного листа ВКР и структурных элементов  
работы**

**Министерство сельского хозяйства РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»**

**Автодорожный факультет**

Направление 23.03.01 Технология транс  
портных процессов

КАФЕДРА \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

(подпись)

(расшифровка)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**Выпускная квалификационная работа**

На тему: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Выполнил \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

(подпись)

(расшифровка)

Руководитель \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

(подпись)

(расшифровка)

Рязань 2020 г.

**Образец оформления задания на выпускную квалификационную работу**

**Министерство сельского хозяйства РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологиче-  
ский университет имени П.А. Костычева»**

Факультет: Автодорожный Кафедра \_\_\_\_\_

Специальность: 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**З А Д А Н И Е**  
к выпускной квалификационной работе студента

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

утверждена приказом по университету от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

№ \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченного проекта

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Исходные данные к проекту

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Содержание разделов работы (перечень подлежащих разработке вопросов)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. перечень презентационного материала (с точным указанием обязательных чертежей)

---

---

---

---

---

1. Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов проекта

<u>Раздел</u>	<u>Консультант</u>	<u>Подпись, дата</u>	
		<u>Задание выдал</u>	<u>Задание принял</u>

Календарный план

<u>№ п. п.</u>	<u>Наименование этапов ВКР</u>	<u>Срок выполнения этапов проекта</u>	<u>Примечание</u>

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
(подпись)

**АННОТАЦИЯ**

В пояснительной записке проведен анализ и усовершенствование организационной структуры управления автогаража, разработан технологический процесс перевозки картофеля с применением контейнеризации, рассчитан транспортно-технологический процесс перевозки картофеля с поля до конечного потребителя. Разработаны мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения и жизнедеятельности. Проведена оценка экономической эффективности перевозок картофеля при внедрении в производство гибких контейнеров (Биг-Бэгов).

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ПРЕЗЕНТАЦИИ

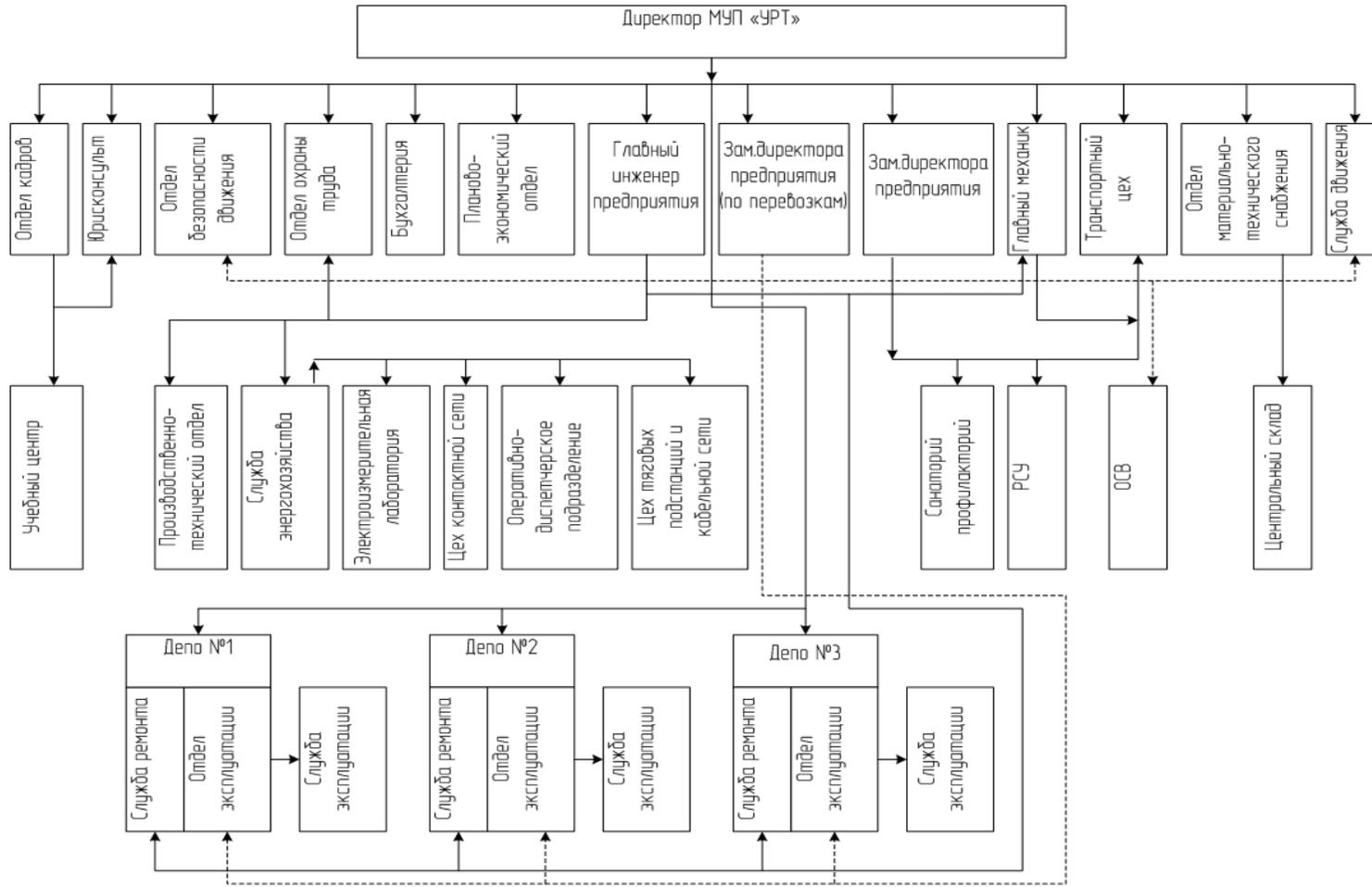
**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
МАРШРУТНОЙ СЕТИ  
ГОРОДСКОГО  
ПАССАЖИРСКОГО  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО  
ТРАНСПОРТА Г.РЯЗАНИ**

*Дипломник: студентка 4 курса  
направление 23.03.01 «Технология транспортных  
процессов»*

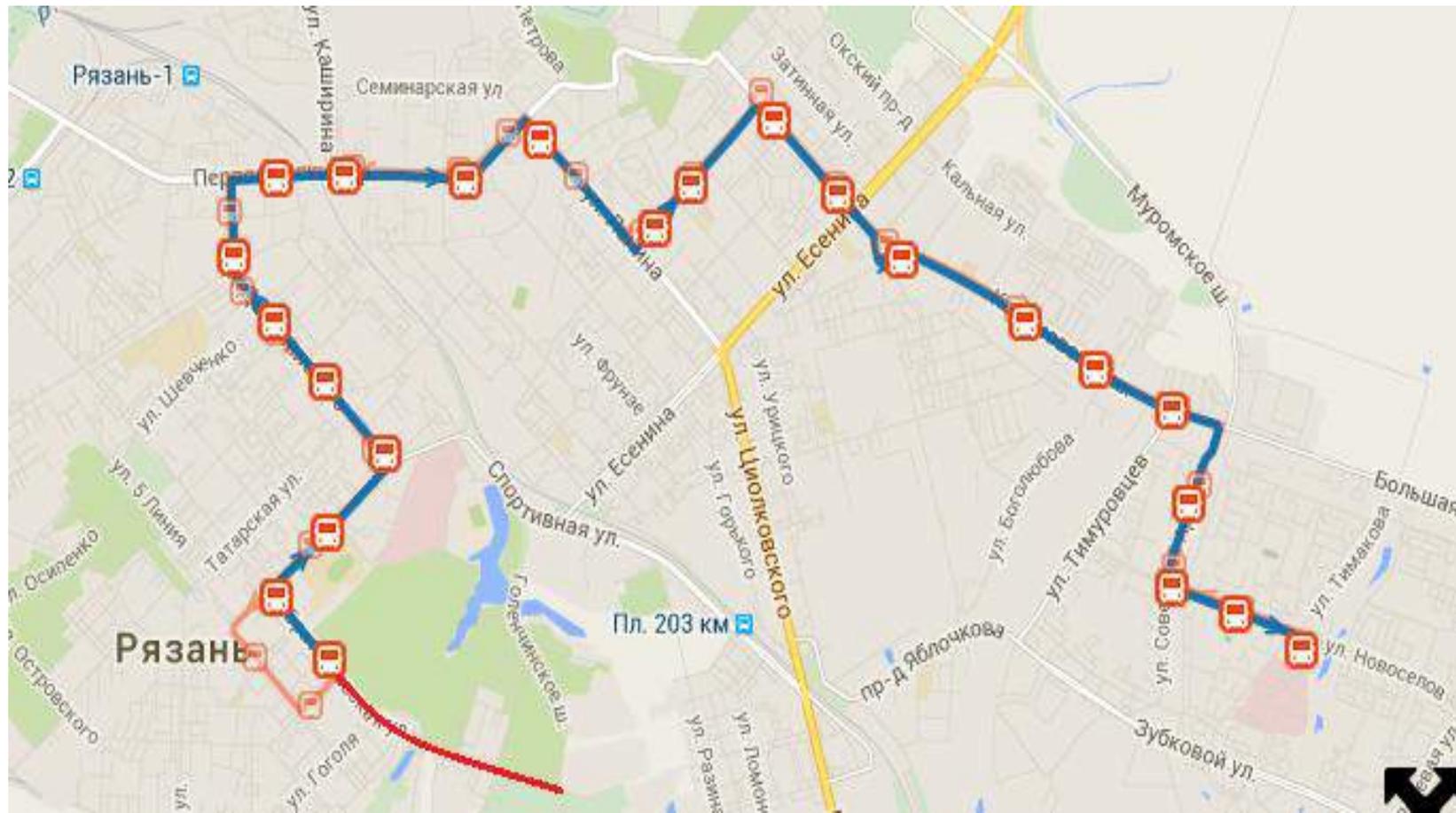
*Токмаков П.И.*

*Руководитель: Шемякин А.В.*

# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ



## СХЕМА МАРШРУТА



РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ТРОЛЛЕЙБУСНЫМИ  
ОСТАНОВКАМИ

Расстояние между остановками, км.	Наименование остановки	Наименование остановки	Расстояние между остановками, км.	Расстояние между остановками, км.	Наименование остановки	Наименование остановки	Расстояние между остановками, км.
	Конечная (гор.Больница №11)	Славянский проспект		0,473	Кинотеатр Дружба	Грибоедова	0,540
0,437	Кинотеатр октябрь	Мед.колледж	0,650	0,570	УРТ	Мясокомбинат	0,680
0,480	Новосёлов	ЦПКиО	0,650	0,450	Музучилище	Электросеть	0,470
0,520	Советской Армии	Братиславская	0,450	0,540	Стройкова	Кальное	0,700
0,500	Касимовское шоссе	Радиоуниверситет	0,620	0,480	Гагарина	Касимовское шоссе	0,700
0,700	Кальное	Гагарина	0,480	0,620	Радиоуниверситет	Советской Армии	0,500
0,470	Электросеть	Стройкова	0,540	0,240	Памятник Полетаеву	Новосёлов	0,520
0,680	Мясокомбинат	Музучилище	0,450	0,420	Островского	Кинотеатр Октябрь	0,480
0,540	Грибоедова	УРТ	0,293	1,1	Братиславская	11 больница (конечная)	0,437
0,320	Пл.Свободы	Гостиница «Первомайская»	0,560	0,650	Мед.колледж		
0,420	РГУ им.Есенина	Дом художника	0,650		Славянский проспект (конечная)		
0,630	Художественный музей	Пл.Ленина	0,900	<b>13,2</b>			<b>13,2</b>
0,650	Цирк	Библиотека Горького	0,560				
0,450	Детский мир	Художественный музей	0,630				
0,320	Пл.Ленина	РГУ им.Есенина	0,420				
0,590	Дом художника	Пл.Свободы	0,320				

## РАСПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТРОЛЛЕЙБУСА

Протяженность оборотного рейса – 26,4км.				
1.	05:51	06:43	06:44	07:36
2.	07:39	08:31	08:32	09:24
3.	09:27	10:19	10:20	11:12
4.	12:10	13:02	13:54	13:46
5.	13:49	14:41	14:42	15:34
6.	16:37	17:29	17:30	18:22
7.	18:25	19:17	19:18	20:10
8.	20:13	21:00	21:01	21:53

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРОЛЛЕЙБУСА ВМЗ – 5298.01



Класс – большой вместимости;  
Тип – низкопольный;  
Длина – 12,95 м.;  
Ширина – 2,53 м.;  
Высота – 3,37 м.;  
Количество мест для сидения – 28;  
Полная вместимость – 100 чел.;  
Максимальная эксплуатационная  
скорость – 70 км/ч.;  
Количество дверей для пассажиров – 3;  
Формула дверей – 2-2-2;  
Тип двигателя – ТАД 280 тяговый  
переменного тока;  
Мощность двигателя – 180 кВт.;  
Рабочее напряжение – 550 В.;  
Система управления – электронная с  
транзисторно-импульсным  
преобразователем постоянного тока;  
Оборудован устройством для въезда и  
выезда инвалидов на колясках.



**ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ  
ТРОЛЛЕЙБУСА ВМЗ – 5298.01**

№	Показатели	Буквенные обозначения	Единица измерения	Величина	№	Показатели	Буквенное обозначение	Единица измерения	Величина
1.	Эксплуатационное количество троллейбусов		ед.	1	11.	Время в наряде		ч.	12
2.	Списочное число троллейбусов		ед.	1,37	12.	Коэффициент использования вместимости троллейбуса		-	0,4
3.	Протяженность маршрута		км.	13,2	13.	Средняя дальность перевозки пассажира		км.	12,7
4.	Время обратного рейса		ч.	1,75	14.	Автомобиле – дни в эксплуатации		а-дн.	330
5.	Среднетехническая скорость		км/ч.	16,5	15.	Автомобиле – часы в эксплуатации		а-ч.	3960
6.	Скорость сообщения		км/ч.	14,7	16.	Общий пробег за расчетный период		км.	70884
7.	Эксплуатационная скорость		км/ч.	15	17.	Пробег с пассажирами за расчетный период		км.	69696
8.	Суточный пробег		км.	214,8	18.	Пассажирооборот за расчетный период		пкм.	277865,3
9.	Пробег с пассажирами за сутки		км.	211,2	19.	Объем перевозок за расчетный период		пасс.	218791,6
10.	Коэффициент использования пробега		-	0,98	20.	Количество обратных рейсов за расчетный период		рейс.	2640

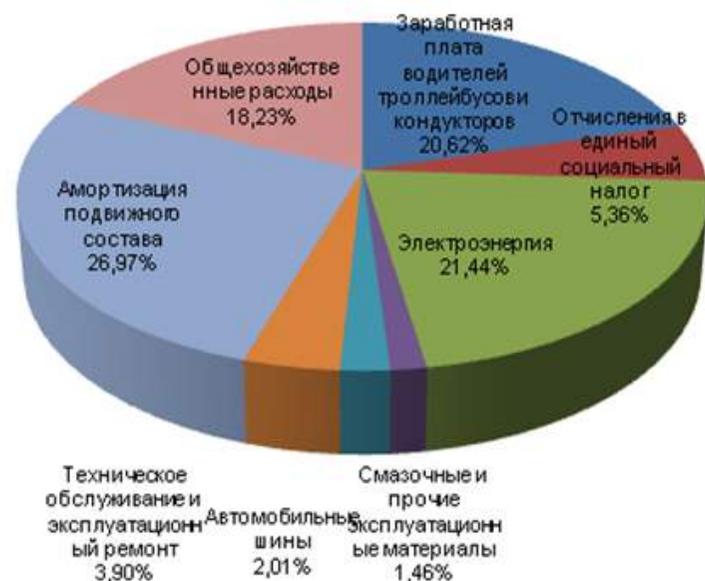
## ПЛАН МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ДТП

№	Мероприятия	Сроки	Исполнитель
1.	Контроль за соблюдением режима труда и отдыха	Ежемесячно	Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
2.	Контроль за соблюдением предрейсового медицинского осмотра	1 раз в месяц	Отдел безопасности движения
3.	Контроль за работой водителей на линии	По графику	Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
4.	Контроль и обследование дорожных условий на маршрутах	2 раза в год и по необходимости	Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
5.	Проверка технического состояния подвижного состава при выпуске на линию	Ежедневно	Отдел технического контроля
6.	Контроль за соблюдением периодичности между ТО-1 и ТО-2 и качеством ремонта подвижного состава	Ежеквартально	Главный инженер Отдел технического контроля
7.	Индивидуальные беседы с водительским составом по вопросам профилактики и предупреждению ДТП	По необходимости	Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
8.	Контроль за периодичностью медицинского переосвидетельствования водителей	Ежегодно	Отдел кадров Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
9.	Проведение занятий по 20-часовой программе с водителями	1 раз в год	Отдел безопасности движения
10.	Заседание комиссии по безопасности движения	По необходимости	Члены комиссии
11.	Выпуск информационных бюллетеней	По необходимости	Отдел безопасности движения
12.	Подведение итогов по безопасности движения за истекший год	По окончании года	Отдел безопасности движения

## СМЕТА ЗАТРАТ И СЕБЕСТОИМОСТЬ 1 ПКМ

№	Статьи затрат	Смета затрат	Себестоимость в 1 пкм, руб.
1.	Зарплата водителей троллейбусов и кондукторов	565495,65	0,22
2.	Отчисления в единый социальный налог	147028,86	0,05
3.	Электроэнергия	588000	0,23
4.	Смазочные и прочие эксплуатационные материалы	40000	0,015
5.	Автомобильные шины	55000	0,022
6.	Техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт	111513,6	0,042
7.	Амортизация подвижного состава	739510,2	0,29
8.	Общехозяйственные расходы	500000	0,19
	<b>ИТОГО:</b>	<b>2772743,7</b>	<b>0,99</b>

### Структура затрат и себестоимость 1 ПКМ



**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРОЛЛЕЙБУСА  
НА МАРШРУТЕ  
№3 - «11 больница – мкр.Братиславский»**

<b>№</b>	<b>Показатели</b>	<b>Буквенное обозначение</b>	<b>Единица измерения</b>	<b>Величина</b>
2.	Затраты на перевозки		руб.	2772743,7
3.	Доход от перевозок		руб.	350066,5
4.	Прибыль от перевозки		руб.	727921,9
5.	Себестоимость 1 пкм		руб.	0,99
6.	Стоимость проезда		руб.	19
7.	Рентабельность перевозок		%	26

*ДОКЛАД ОКОНЧЕН  
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ*

**О Т З Ы В**

о работе студента автодорожного факультета по направлению

23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Тетерева Дмитрия Александровича над выпускной квалификационной работе

бакалавра тему: «Организация грузовых перевозок в

ООО «Вектор» Спасского р-на, Рязанской области»

Выполнять квалификационную работу Тетерев Д.А. начал сразу после сдачи государственного экзамена. Разработанная в квалификационной работе тема направлена на повышение организации перевозочного процесса, что делает её актуальной, а так как она выполнена по конкретному предприятию, на основе собранных данных, то имеет определенную практическую значимость.

Основываясь на анализе работы предприятия, Тетерев Д.А. разработал и обосновал новые тенденции развития перевозочного процесса предприятия, которые в наибольшей степени позволят обеспечить повышение рентабельности перевозок.

Выполняя квалификационную работу, Тетерев Д.А. показал хорошую теоретическую подготовку, владение методиками расчетов, умение работать с литературой и способность самостоятельно решать сложные инженерные задачи. Следует отметить и трудолюбие, инициативность, вдумчивость и серьёзное отношение, с которым он выполнял выпускную квалификационную работу.

Считаю, что Тетерев Д.А. достоин присвоения квалификации «бакалавр» по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Руководитель проекта,

д.т.н., доцент

Шемякин А.В.

**Материалы, подтверждающие внедрение результатов разработки проекта в производство**

*На бланке предприятия*

Ректору ФГБОУ ВО РГАТУ  
имени П.А. Костычева  
профессору Н.В. Бышову

*Указать дату и исходящий №*

Просим Вас передать материалы выпускной квалификационной работы на тему: *(название проекта)* выполненной *(Ф.И.О.)* дипломника для внедрения основных разработанных положений в производство.

Ответственное лицо *(подпись)*

/Расшифровка подписи/

*Круглая печать*

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

В апелляционную комиссию  
ФГБОУ ВО РГАТУ

(Фамилия Имя Отчество полностью и разборчиво)  
выпускника \_\_\_\_\_  
факультета по направлению подготовки /  
специальности \_\_\_\_\_  
проживающей (го) по адресу \_\_\_\_\_

Контактный телефон \_\_\_\_\_  
Документ, удостоверяющий личность \_\_\_\_\_

### **Заявление**

Прошу апелляционную комиссию ФГБОУ ВО РГАТУ рассмотреть \_\_\_\_\_

Прошу рассмотреть апелляцию

- в моем присутствии,
- в присутствии лица, представляющего мои интересы,
- без меня (моих представителей).

«      »                      20      г.                      /                      /  
(подпись заявителя)    (ф.и.о.)

Заявление принят \_\_\_\_\_  
должность \_\_\_\_\_  
/ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

**ПРОТОКОЛ ЗАСЕДАНИЯ АПЕЛЛЯЦИОННОЙ КОМИССИИ**

\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

г. Рязань

Заседание апелляционной комиссии проведено в соответствии с Положением об апелляционной комиссии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева».

**Слушали:**

заявление выпускника \_\_\_\_\_  
факультета по направлению подготовки / специальности \_\_\_\_\_

(Фамилия Имя Отчество полностью)

об апелляции процедуры проведения государственного экзамена по \_\_\_\_\_ о  
несоответствии с результатами аттестационного испытания, выставленными выпускнику на  
государственной итоговой аттестации  
(ф.и.о.)

Апелляционная комиссия, рассмотрев заявление выпускника \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ факультета по направлению подготовки /  
специальности \_\_\_\_\_

(Фамилия Имя Отчество полностью)

**Принята решение:**

- об обоснованности мнения обучающегося, подавшего апелляцию, о нарушении установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и о повышении оценки за государственное аттестационное испытание (с указанием оценки);
- об обоснованности мнения обучающегося, подавшего апелляцию, о нарушении установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и о повторном проведении государственного аттестационного испытания для указанного обучающегося;
- о необоснованности мнения обучающегося, подавшего апелляцию, о нарушении установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания.

Председатель апелляционной комиссии \_\_\_\_\_

**Пленум апелляционной комиссии:**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

«С решением апелляционной комиссии ознакомлен(а)»

Выпускник \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

(подпись)

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

**Методические рекомендации**  
**для практических занятий по дисциплине**  
**«ИСТОРИЯ РОССИИ»**  
направление подготовки:  
**23.03.01 Технология транспортных процессов**

форма обучения: очная, заочная

Рязань, 2023

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине «История России» для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин Ручкина Е.В.  
(должность, кафедра)

  
(подпись) \_\_\_\_\_ Ручкина Е.В. \_\_\_\_\_  
(ФИО)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «\_22\_» \_марта\_ 2023\_ г., протокол № 8  
и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(кафедра)

  
(подпись) \_\_\_\_\_ Чивилева И.В. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов

  
(подпись) \_\_\_\_\_ О.А. Тетерина \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Цель дисциплины** – сформировать у студентов комплексное представление о культурно-историческом своеобразии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации; сформировать систематизированные знания об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса, с акцентом на изучение истории России; введение в круг исторических проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности, выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации.

**Задачи дисциплины** заключаются в развитии следующих знаний, умений и навыков личности.

- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремление своими действиями служить его интересам, в том числе и защите национальных интересов России.

- знание движущих сил и закономерностей исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;

- воспитание нравственности, морали, толерантности;

- понимание многообразия культур и цивилизаций в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса;

- понимание места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;

- способность работы с разноплановыми источниками; способность к эффективному поиску информации и критике источников;

- навыки исторической аналитики: способность на основе исторического анализа и проблемного подхода преобразовывать информацию в знание, осмысливать процессы, события и явления в России и мировом сообществе в их динамике и взаимосвязи, руководствуясь принципами научной объективности и историзма;

- умение логически мыслить, вести научные дискуссии;

- творческое мышление, самостоятельность суждений, интерес к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Таблица - Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам):

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания) (при необходимости)
31 Автомобилестроение	организационно-управленческая деятельность	участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на обеспечение безопасности транспортных процессов; участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на разработку транспортно-технологических схем доставки грузов и пассажиров; участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем; участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля и управления системами организации движения; участие в составе коллектива исполнителей в подготовке исходных данных для выбора и обоснования технических, технологических и	организации и предприятия транспорта общего и не общего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузабагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм; службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта; службы логистики производственных и торговых организаций; транспортно-экспедиционные предприятия и организации; службы государственной

		<p>организационных решений на основе экономического анализа; участие в составе коллектива исполнителей в подготовке документации для создания системы менеджмента качества предприятия; участие в составе коллектива исполнителей в проведении анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений и служб.</p>	<p>транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг; производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем; научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения; организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.</p>
<p>40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности</p>	<p>расчетно-проектная деятельность</p>	<p>реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявлении приоритетов решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности; участие в составе коллектива исполнителей: в разработке обобщенных вариантов решения производственной проблемы, анализе этих вариантов, прогнозировании последствий, нахождении компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности планирования реализации проекта; участие в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем;</p>	<p>организации и предприятия транспорта общего и не общего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузабагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм; службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта; службы логистики производственных и торговых организаций; транспортно-экспедиционные предприятия и организации; службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг; производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем; научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения;</p>

			организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.
производственно-технологическая деятельность	<p>участие в составе коллектива исполнителей в разработке, исходя из требований рыночной конъюнктуры и современных достижений науки и техники, мер по совершенствованию систем управления на транспорте;</p> <p>участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа;</p> <p>анализ состояния действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков;</p> <p>участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления;</p> <p>разработка и внедрение рациональных транспортно-технологических схем доставки грузов на основе принципов логистики;</p> <p>эффективное использование материальных, финансовых и людских ресурсов при производстве конкретных работ;</p> <p>обеспечение безопасности перевозочного процесса в различных условиях;</p> <p>обеспечение реализации действующих технических регламентов и стандартов в области перевозки грузов, пассажиров, грузобагажа и багажа;</p> <p>участие в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств;</p> <p>участие в составе коллектива исполнителей в контроле за соблюдением экологической безопасности транспортного процесса;</p> <p>организация обслуживания технологического оборудования;</p> <p>выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих</p>	<p>организации и предприятия транспорта общего и не общего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм;</p> <p>службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта;</p> <p>службы логистики производственных и торговых организаций;</p> <p>транспортно-экспедиционные предприятия и организации;</p> <p>службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг;</p> <p>производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем;</p> <p>научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения;</p> <p>организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.</p>	

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу, могут осуществлять профессиональную деятельность:

– 31 Автомобилестроение;

– 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- производственно-технологический;
- расчетно-проектный;
- организационно-управленческий.

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

– организации и предприятия транспорта общего и не общего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм;

– службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта;

– службы логистики производственных и торговых организаций;

– транспортно-экспедиционные предприятия и организации;

– службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг;

– производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем;

– научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения;

– организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки / специальности, а также компетенций (при наличии), установленных университетом. Компетенция может раскрываться в конкретной дисциплине полностью или частично.

**Таблица 1 - Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения**

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Производит критический анализ отечественного и мирового исторического опыта с целью его актуализации и использования для решения социальных и профессиональных задач
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.1. Оценивает значение исторических событий и лиц в развитии общества и формировании культурных традиций в контексте отечественной и мировой истории

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Тема 1. История в системе социально-гуманитарных наук

1. Место истории в системе наук. Объект, предмет и функции исторической науки.
2. Научные принципы и методы исторического исследования. Основные подходы в изучении исторического процесса.
3. Роль исторических источников в изучении истории. Исторический источник и научное исследование в области истории.
4. Принципы периодизации в истории. Научная хронология и летосчисление в истории России.
5. Хронологические и географические истории России. Периодизация истории России.

### *Сообщения (проекты/презентации):*

1. Формационный и цивилизационный подходы в изучении исторического процесса
2. История России как часть мировой истории
3. «Велесова книга» - фальшивый источник или уникальный памятник славянской мифологии и религии
4. «Вопрос о древности» «Слова о полку Игореве».

При изучении данной темы необходимо обратить внимание на главные задачи истории, основные принципы и методы исторической науки, функции истории и ее роль в жизни общества, а также уяснить различия основных подходов к пониманию истории.

### *Контрольные вопросы*

1. Какова цель изучения и сохранения истории?
2. Кто является «отцом» исторической науки?
3. Какие функции выполняет историческая наука в современном обществе?
4. Перечислите основные методы исторического исследования и определите их сущность.
5. Кто является основоположником российской исторической науки?
6. Что означает понятие «исторический источник»?
7. Что является целью анализа источника? Объясните термин «верификация».
8. Объясните путь А.Т. Фоменко к «Новой хронологии», его аргументацию и реконструкцию отечественной и всеобщей истории.
9. Каковы возражения против «Новой хронологии» со стороны астрономов, математиков, лингвистов и историков?
10. Перечислите специальные исторические дисциплины, исследующие определенные виды исторических источников.

### *Литература*

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455907>
2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451388>
3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452021>.

## **Тема 2. Особенности становления государственности в России и мире в середине I тыс. н.э. - первой трети XIII в.**

1. Особенности цивилизаций Древнего Востока и античности.
2. Формирование государств у «варварских» народов после падения Римской империи.
3. Византийская империя. Особенности политического и социально-экономического развития.
4. Образование и развитие Древнерусского государства в IX-XII вв.
5. Страны и народы Восточной Европы, Сибири и Дальнего Востока.

### *Сообщения (проекты/презентации):*

1. Культура и международные связи восточнославянских земель
2. Дискуссии по поводу так называемой норманнской теории и современные взгляды на проблему.

3. Открытие археологами торгово-ремесленных поселений. Ладога, Гнездово, Рюриково Городище.
4. Складывание племенных центров восточных славян. Борьба Новгорода и Киева за первенство.
5. Принятие христианства. Значение византийского наследия на Руси (право, религия, культура, искусство).
6. Рязанская земля. История и культура славянского и дославянского населения Рязанщины.
7. Христианство, ислам и иудаизм как традиционные религии России.

При подготовке к практическому занятию по данной теме необходимо выявить различия восточного и античного типов цивилизационного развития в экономической, политической и духовно-культурной сферах, уяснить, какие предпосылки способствовали созданию государственности у древних славян, разобраться в содержании спора между норманистами и антинорманистами и уяснить, какова была роль варягов в образовании Древней Руси. Готовясь к четвертому вопросу, необходимо выявить, чем отличался феодализм Западной Европы от социально-экономического строя Древней Руси.

#### *Контрольные вопросы*

1. Чем отличаются восточный и античный типы цивилизационного развития?
2. Какие племена населяли Восточно-Европейскую равнину до прихода восточных славян?
3. Назовите известные ветви славянских племен.
4. Докажите, что в первой половине XI века на Руси существовало государство. Когда и как оно сформировалось?
5. Определите хронологические рамки существования Киевской Руси.
6. Поясните содержание норманнской теории. Какую роль в формировании государства у древних славян сыграли варяги?
7. В чем состояли особенности развития стран Европы в средневековье по сравнению с Русью?

#### *Литература*

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455907>
2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451388>
3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452021>.

### **Тема 3. Русские земли в XIII – XV вв. и европейское средневековье**

1. Феодальная раздробленность и монархическая власть в Западной и Восточной Европе в XIII-XV вв. Особенности создания централизованных государств в Европе.
2. Образование монгольской державы и ее завоевательная политика. Русские земли в условиях золотоордынского ига.
3. Противостояние русских земель экспансии Запада.
4. Южные и западные русские земли. Возникновение Литовского государства и включение в его состав части русских земель.
5. Образование единого русского государства. Роль московских князей в объединении русских земель вокруг Москвы.

### *Сообщения (проекты/презентации):*

1. История Рязанского княжества;
2. Мужество и героизм жителей русских земель при защите Руси от экспансии с Востока и Запада.
3. Памятники древнерусской литературы о борьбе с нашествием Батые и с Золотой Ордой. Евпатий Коловрат.
4. Князь Даниил Галицкий и римский папа Иннокентий IV. Начало прозелетизма Ватикана в землях Юго-Западной и Западной Руси.
5. Отношения Руси и Орды. Современные научные представления и спорные вопросы.
6. Роль православной церкви в ордынский период русской истории. Сергей Радонежский.
7. Народы и государства степной зоны Восточной Европы в XIII-XV вв.

При изучении темы необходимо обратить внимание, что конец XV столетия – это время завершения образования национальных государств на территории Западной Европы. Процесс создания единого Российского государства хронологически совпадает с объединительным процессом в западноевропейских странах, но имеет ряд особенностей. Необходимо выделить эти особенности, понять, почему лидерство в борьбе за роль объединителя русских земель досталось московским князьям. Для более полного представления о политическом объединении русских земель вокруг Москвы необходимо знать периодизацию этого процесса.

### *Контрольные вопросы*

1. Каковы причины политической раздробленности в Западной Европе и на Руси?
2. В чем выражалось монгольское иго?
3. Каковы последствия монгольского нашествия и его влияния на развитие феодальных отношений, социальной и политической структуры российского государства?
4. Как был отражен натиск на Русь с Запада?
5. Каковы были особенности создания единого российского государства по сравнению с подобным процессом в западноевропейских государствах?
6. Почему Ивана III при жизни называли Великим?

### *Литература*

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455907>
2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451388>
3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452021>.

### **Тема 4. Россия в XVI – XVII веках в контексте развития европейской цивилизации.**

1. Основные тенденции развития Европы в XVI-XVII веках (великие географические открытия; эпоха Возрождения; Реформация; европейский абсолютизм; развитие капитализма).
2. Эпоха правления Ивана Грозного: поиск альтернативных путей социально-политического развития:
  - а) реформы конца 40-х- 50-х гг. XVI в.
  - б) опричнина

3. Смутное время в России в конце XVI-начале XVII вв. Причины, хронологические рамки, основные этапы, последствия
4. Правление первых Романовых. Церковный раскол.

*Сообщение (проекты/презентация):*

1. Реформация и контрреформация в Европе. Крестьянская война в Германии. «Охота на ведьм». Религиозные войны во Франции. «Варфоломеевская ночь».
2. Османская империя (территориальный рост; государственное и военное устройство).
3. Народы Кавказа в условиях противостояния Ирана и Османской империи. Расширение связей с Россией.
4. Китай. Расцвет Китая в правление династии Мин. Япония. Сёгунат Токугава. «Закрытие» Японии.
5. Внешняя политика Российского государства в первой трети XVI в. Военные конфликты с Великим княжеством Литовским, Крымским и Казанским ханствами.
6. Завершение формирования доктрины «Москва — Третий Рим», формула монаха Филофея.
7. Молодинская битва 1572 г. и ее историческое значение.
8. Социально-экономическое развитие страны. Аграрный характер экономики Российского государства в XVI-XVII вв.
9. Обострение ситуации в Речи Посполитой. Усиление национального, социального и религиозного гнета на западнорусских землях в составе Речи Посполитой. Восстание под руководством Богдана Хмельницкого.

При подготовке к теме необходимо обратить внимание на роль географических открытий, Возрождения и Реформации в истории Европы. Уметь сопоставить исторические события XVI-XVII веков в Европе с процессами, происходившими параллельно в России. Уяснить, что Смута в России в отечественной исторической науке рассматривается как системный кризис, охвативший страну в результате взаимодействия социально-экономических и политических причин. Необходимо выявить эти причины и последствия Смутного времени.

*Контрольные вопросы*

1. Что означали Великие географические открытия, Возрождение, Реформация? Каковы были их последствия?
2. Назовите причины перехода России от политики реформ 40-х-начала 50-х годов XVI века к опричнине.
3. Назовите причины Смутного времени.
4. Докажите, что новые тенденции в развитии России во второй половине XVII века означали постепенный переход к абсолютизму.
5. В чем причины церковного раскола?

*Литература*

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455907>
2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451388>
3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452021>.

**Тема 5. Россия и мир в XVIII в.**

1. XVIII век в мировой истории. Основные направления развития общества.

2. Личность и деятельность Петра I.
3. Причины и влияние на российское общество дворцовых переворотов XVIII в.
4. Россия в эпоху Екатерины II.
5. Наполеоновские войны – причины, результаты, влияние на мировую обстановку.

В процессе изучения темы, необходимо усвоить, что XVIII век в жизни Европы – это век модернизации, промышленной революции, когда шел процесс формирования индустриального общества. Идейной основой модернизации общественной жизни в Новое время стала идеология Просвещения, поэтому XVIII век в Европе называют веком Просвещения.

В России время модернизации связано с правлением Петра I и Екатерины II. Деятельность этих выдающихся личностей в истории закрепила за Россией ведущее место в мировых событиях. Осваивая данную тему, необходимо выявить, в чем это выразилось.

#### *Сообщения:*

1. Петр I и царевич Алексей. Поиск альтернатив развития России.
2. История Крыма.
3. Ф.Ф. Ушаков. Исторический портрет.

#### *Контрольные вопросы*

1. Какие факторы обеспечили Англии мировое господство в XVIII веке?
2. Назовите причины восстания английских колоний в Америке? Какие противоречия между принципами «Декларации независимости» и действительностью Америки того времени можно отметить?
3. Чем была вызвана необходимость проведения радикальных преобразований во всех сферах жизни российского общества в начале XVIII века?
4. Докажите, что в первой четверти XVIII века в России сложилась абсолютная монархия.
5. Давая оценку деятельности Петра I, отмечают, что он был великим реформатором. Но почему в ходе петровских реформ население Центральной России сократилось за годы его царствования на 25-40%?
6. В чем выразился династический кризис в России после смерти Петра I?
7. Что означает понятие «временщики» на российском троне?
8. Чем царствование Екатерины II отличалось от правления ее предшественников?
9. Идеи какого французского просветителя отвергала «просвещенная» монархия Екатерина II? Почему?
10. Как воплощались в деятельности Екатерины II либеральные идеалы?
11. Как изменился характер войн, которые вела Франция, при Наполеоне I? Почему?

### **Тема 6. Россия и мир в XIX – начале XX в.**

1. Внешняя политика России в первой половине XIX века.
2. Внутренняя политика России в первой половине XIX века
3. Отечественная война 1812 года в России
4. Движение декабристов
5. Отмена крепостного права и другие реформы 60-70-х годов XIX в. в России
6. Общественное движение в России в XIX веке
7. Реформы и контрреформы Александра III.
8. Мир в начале XX века (1900-1914)
9. Первая мировая война и ее последствия.

#### *Сообщения (проекты/презентация)*

1. Становление индустриальной цивилизации. Промышленный переворот в XIX в. Технический прогресс.
2. Реформаторы России XIX века: проекты, планы, их реализация.
3. Роль России в освобождении Европы от наполеоновской гегемонии.

4. «Конституция» Н. М. Муравьева и «Русская правда» П. И. Пестеля: два альтернативных осмысления будущего России.
5. Значение Свода законов Российской империи в истории российской государственности.
6. Гражданская война Севера и Юга в США. Реконструкция Юга.
7. Принципы национальной политики Российской империи. Особенности управления окраинами.
8. Панславизм и славянский вопрос. Русско-турецкая война (1877–1878): цена победы.
9. Становление и развитие западноевропейского марксизма.
10. Голод 1891–1892 гг. и кампания помощи голодающим: важная веха в истории общественного движения в России.
11. Первые марксистские кружки. Особенности русского марксизма рубежа XIX–XX вв.
12. Экономический рост 1890-х гг. в Российской империи: причины и масштабы.
13. Мирные инициативы России и Первая Гагская мирная конференция.

Приступая к изучению данной темы, следует обратить внимание на тенденции развития, имевшие место в Западной Европе, Америке, Восточных странах и России в XIX веке. Европу и Америку охватили модернизационные процессы, экономической основой которых была промышленная революция и утверждение в ряде европейских стран индустриального общества. Формировались элементы гражданского общества и правового государства. Из стран Востока дальше всех в освоении европейских стандартов жизни продвинулась Япония, в которой был проведен ряд радикальных реформ известных под названием «революция Мэйдзи».

В Японии был ликвидирован феодализм, развивалась капиталистическая промышленность. В 1889 году в стране была принята конституция, провозгласившая конституционную монархию с большими правами императора. Японское государство постепенно превращалось в мощную державу.

Россия к началу XIX века оставалась аграрной страной. Сохранялись феодальные пережитки: абсолютизм, крепостное право, сословная структура общества. Рассматривая развитие России, необходимо уяснить, какие попытки делались в стране в первой половине XIX в. для осуществления двух главных задач – ограничения самодержавия и решения крестьянского вопроса.

Следует обратить внимание, что большое влияние на внутреннюю политику самодержавия оказывало общественное движение в России, включавшее три направления: консервативное, либеральное и революционное (социалистическое).

Поражение в Крымской войне, показавшее технико-экономическую отсталость России, вызвало к жизни отмену крепостного права и другие преобразования второй половины XIX века.

#### *Контрольные вопросы*

1. Какие факторы обеспечили Англии мировое господство в XIX в.?
2. Как сочетались внешнеполитические претензии России и политическая, и экономическая ситуация в стране в середине XIX века. К чему это привело?
3. Перечислите причины реформ 60-70-х годов XIX в. в России.
4. Какие личные права получили крестьяне согласно «Манифесту» 19 февраля 1861 г.?
5. Какие прогрессивные принципы были положены в основу новой судебной системы?
6. Какие изменения в формировании российской армии повысили ее боеспособность?
7. Какие выборные органы были созданы на местах и какую роль они играли в жизни страны?
8. В чем вы видите прогрессивные стороны реформ 60-70-х гг. XIX в. в России? Где проявилась их половинчатость?
9. Какие меры были приняты Александром III для свертывания демократических преобразований и почему?
10. Назовите сторонников консервативно-охранительного направления. Раскройте смысл триады С.С. Уварова: православие, самодержавие, народность.

11. Кто представлял либеральное течение 30-50-х годов? Что общего и в чем вы видите различие между западниками и славянофилами?

12. Какое влияние имела теория «общинного социализма» А.И. Герцена на развитие социалистической мысли революционеров –разночинцев, а позднее – народников?

13. Когда началось распространение марксизма в России? Какие марксистские идеи были восприняты рабочим движением?

#### *Литература*

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455907>

2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451388>

3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452021>.

### **Тема 7.1. Россия и мир с 1917 по 1945 гг.**

Осуществляя подготовку к данной теме, необходимо определить место XX века во всемирно-историческом процессе. XX век – эпоха Новейшей истории. Общество переходит на качественно новый этап в своем развитии –стадию монополистического капитализма. Монополистический капитализм стимулировал борьбу за передел мира, завоевание сырья, рынков сбыта, дешевой рабочей силы. С конца XIX века началась гонка вооружений, и шла подготовка к мировой войне.

XX столетие было наиболее плодотворным и одновременно трагичным для современной цивилизации, оно породило беспредельные возможности развития материальной культуры и вместе с тем поставило человечество на грань катастрофы.

Изучая тему, необходимо обратить внимание на основные события, происходившие в России и мире в XX веке, основные причины, породившие мировые войны и последствия этих войн.

1. СССР и страны Запада в межвоенный период (1919 – 1939 гг.).
2. Вторая мировая война и ее последствия
3. Великая Отечественная война - ключевая составляющая Второй мировой войны.
4. СССР в 1945 – 1953 годах

#### *Сообщения (проект/презентация):*

1. Причины революционного кризиса 1917 г. Первая мировая война как фактор революции.
2. Основные направления политики Временного правительства
3. Политика большевиков по отношению к Временному правительству и ее динамика — от поддержки Двоевластия к лозунгу «Вся власть советам!».
4. Гражданская война как особый этап революции
5. Советское государство в годы Гражданской войны 1918-1922 гг.
6. Версальско-вашингтонская система. Унижение Германии её союзников после поражения в Первом мировой войне.
7. Правда и вымыслы о Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.
8. Восстановление экономики СССР с 1945 по 1955 гг. Атомный проект СССР и его реализация.

#### *Контрольные вопросы*

1. Какие важные задачи стояли перед экономикой России в начале XX века? Перечислите основные мероприятия, осуществленные министром финансов С.Ю. Витте? Каковы были итоги промышленного развития страны?
2. Какие причины привели Россию к плачевным результатам в ходе русско-японской войны?
3. Каковы были причины и итоги революции 1905-1907 гг. в России?
4. В чем суть аграрной реформы П.А. Столыпина?
5. Возможно ли было избежать в 1914 году втягивания России в Первую мировую войну?
6. Почему Первая мировая война (в отличие от войны 1812 г.) не сплотила, а расколола Россию?
7. Охарактеризуйте события февраля – октября 1917 г. в России. В чем состояли их последствия?
8. В чем причины гражданской войны в России? Каковы ее итоги? Какую политику проводили в годы войны большевики?
9. Что такое НЭП? Сравните политику «военного коммунизма» и НЭП.
10. С чем связан курс на ускоренную индустриализацию и коллективизацию в СССР? Каковы их результаты? Опишите особенности советского общества в 30-е годы.
11. В чем причины второй мировой войны? Почему советско-германский фронт был главным в войне? Каковы итоги войны?

## **Тема 7.2. Россия и мир с 1945 по 2000 гг.**

1. СССР в период «оттепели» (вторая половина 1950-х-первая половина 1960-х гг.)
2. Власть и общество в 1964-1985 гг. СССР – вторая экономика мира.
3. Перестройка в СССР и её последствия. Непосредственные и долгосрочные последствия распада СССР.

### *Сообщения (проект/презентация):*

1. Выбор стратегического пути развития страны с середины 1960-х – по сер. 1980-х гг.
2. Советское общество в период «позднего социализма». Приоритеты социальной политики.
3. Национальный вопрос в послевоенном СССР. Курс на выравнивание социального и культурного уровней развития республик СССР, формирование в этих республиках национальной интеллигенции.
4. «Холодная война» и формирование биполярного мира после Второй мировой войны.
5. Складывание системы информационного давления на СССР и его союзников – радиостанции «Радио Свобода», «Голос Америки» и т.д.
6. Обострение межнациональных конфликтов в СССР в период перестройки.
7. Внешняя политика периода «перестройки». Поэтапная сдача руководством СССР внешнеполитических позиций.

### *Контрольные вопросы*

1. Как развивался СССР в 1945- 1991 гг.? Что такое перестройка? К чему она привела?
2. Был ли распад СССР неизбежным и закономерным итогом перестройки?

### *Литература*

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455907>
2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451388>
3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва :

## Тема 8. Россия и мир в XXI веке

1. Глобализация мирового экономического, политического и культурного пространства
2. Роль Российской Федерации в современном мировом сообществе
3. Социально-экономическое положение РФ в период 2001-2022 гг.
4. Внешняя политика России на современном этапе.

XXI век – век глобализации. Изучая данную тему, необходимо разобраться, что означает глобализация, в чем заключаются ее противоречия в экономической, политической и культурной областях. Исследование темы требует анализа современного социально-экономического положения России, а также ее внешнеполитического курса.

### *Контрольные вопросы*

1. Что означает глобализация мирового пространства?
2. Назовите основные глобальные проблемы человечества.
3. Какова задача России? Догонять Европу или идти своим путем.
4. Проанализируйте основные направления социально-экономического развития России, начиная с 2000 года.
5. Охарактеризуйте внешнюю политику России в начале XXI века.
6. Как вы думаете, почему стремления России и других стран построить многополярный мир вызывают столько негатива со стороны США и сателлитов?
7. С какими внешнеполитическими и экономическими вызовами столкнулась Россия с 2014 г. и каковы пути их преодоления?

### *Литература*

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455907>
2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451388>
3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452021>.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

**Методические рекомендации  
для практических занятий студентов  
по дисциплине «Иностранный язык»  
направление подготовки:  
**23.03.01 «Технология транспортных процессов»  
форма обучения: очная, заочная****

Рязань, 2023

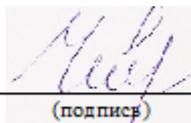
Методические рекомендации по проведению практических занятий по дисциплине «Иностранный язык» для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(должность, кафедра)

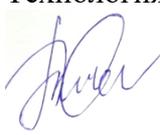
  
(подпись) \_\_\_\_\_ Романов В.В. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры « 22 » марта 2023 г., протокол № 8

и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(кафедра)

  
(подпись) \_\_\_\_\_ Чивилева И.В. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01  
Технология транспортных процессов

  
(подпись) \_\_\_\_\_ О.А. Тетерина \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Множественное число существительных. Much/many, little/few, a little/a few. Числительное. Местоимения Some & Any. Безличные предложения. Указательные местоимения. Предлоги. Практика чтения и перевода.....	4
Артикль как категория, его значения. Степени сравнения прилагательных и наречий. Практика чтения и перевода.....	10
The Present Indefinite Tense Form. The Present Continuous Tense Form. Устная речь “My Visit Card”.....	14
The Past Indefinite Tense Form. Устная речь “My Native City / Village”.....	16
The Present Perfect Tense Form. Вопросно-ответная работа. Диалогическая речь.....	19
The Future Indefinite Tense Form. Придаточные времени и условия.....	28
Устная речь “My Future Profession”.....	30
Модальные глаголы.....	34
Повторение грамматики. Вопросно-ответная работа. Диалогическая речь.....	37
Работа с текстами по направлению подготовки.....	41

## НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

**Множественное число существительных. Much/many, little/few, a little/a few.  
Числительное. Местоимения Some & Any. Безличные предложения.  
Указательные местоимения. Предлоги. Практика чтения и перевода.**

### МНОЖЕСТВЕННОЕ ЧИСЛО СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ

**Упражнение 1.** Образуйте форму множественного числа нижеприведенных существительных.

*month, horse, flower, potato, book, plan, bridge, match, nose, bus, box, army, carrot, watch, onion, shop, address, day, fly, hotel, lady, key, gate, clock, office, city.*

**Упражнение 2.** Распределите существительные по колонкам в зависимости от того, как произносится окончание множественного числа.

*Friend, cinema, bottle, lake, bus, glass, bed, boy, hat, cap, tape, shop, brush, bench, box.*

[s]	[z]	[iz]
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.
5.	5.	5.

**Упражнение 3.** Найдите 6 ошибок в образовании множественного числа существительных, заканчивающихся на –О.

*Photoes, dodoes, zeroes, tomatoes, Negroes, potatos, kiloes, buffaloes, videos, pianoes, mosquitoes, stereoes, radios, studios, echos, heroes.*

**Упражнение 4.** Образуйте множественное число существительных, оканчивающихся на –F/-FE.

*Shelf, calf, grief, cliff, life, knife, proof, reef, sheaf, wife, safe, gulf, self, elf, leaf, loaf, wolf, chief.*

**Упражнение 5.** Образуйте множественное число следующих существительных и аббревиатур.

*Mouse, deer, foot, woman, sheep, p., goose, Norman, ox, swine, aircraft, M.P., tooth, child, man, German, grouse.*

**Упражнение 6.** Образуйте множественное число следующих сложных существительных.

*Boy-messenger, sister-in-law, text-book, pocket-knife, statesman, fellow-worker, merry-go-round, man-servant, hotel-keeper, forget-me-not, lady-bird, woman-doctor, looker-on, editor-in-chief, passer-by, commander-in-chief, handful.*

**Упражнение 7.** Раскройте скобки, употребите в нужном числе и согласуйте предложение при помощи глагола to be (где необходимо).

1. All the dirty (одежда) ... in the washing machine.
2. These two (перекрестка) ... dangerous places for (водителей) and (пешеходов) ...
3. Both the (средства) ... of transport save energy.
4. (Эти деньги) ... not mine. I can't take it.
5. The bad (новость) ... that the train is delayed by an hour.
6. Many (видов) ... of aquatic plants need very little light.
7. She got some (советов) ... from the tourist agency. (Они) ... very useful.
8. Several (пешеходов) ... injured during the accident.

9. There (много полезных советов) ... in the book on baby care.
10. (Эти виды) ... of birds are very rare.
11. The (полиция) ... investigating a series of attacks in the area.
12. We found with a sense of relief that there ... no (комаров) ... at the campsite.
13. (Физика) ... her favourite subject.
14. (Фонетика) ... a branch of linguistics.
15. In summer (скот) ... mainly fed on green grass.

### **MUCH/MANY, LITTLE/FEW, A LITTLE/A FEW**

**Упражнение 1.** Подчеркните правильное слово:

- 1) They're going away for a few / a little days.
- 2) I think you've put too many / too much sugar in your tea.
- 3) How many / much time have we got left?
- 4) Do you know much / many foreign people? — No, I don't. I know very few / a few.
- 5) He's got little / a little time. He can play football.
- 6) We've got little / a little coffee. It's not enough for all of us.
- 7) There are a few / few sweets in the box. It's almost empty.
- 8) I've got few / a few apples. I can make some juice.

**Упражнение 2.** Исправьте ошибки:

- 1) There isn't many milk in the fridge.
- 2) How much tomatoes do you need?
- 3) There're a few people at the theatre. It's almost empty.
- 4) There is many juice in the cartoon.
- 5) This dress doesn't cost many money.
- 6) How much tigers are there in the zoo?
- 7) I would like a little biscuits to drink with tea.
- 8) We've got few ham. We can't make any hamburgers.

**Упражнение 3.** Вставьте many, much, a lot of.

- 1) How ... sugar would you like?
- 2) How ... peppers have we got?
- 3) I've got ... new business ideas.
- 4) There aren't ... benches in the yard.
- 5) I saw ... interesting films last week.
- 6) How ... is this dress?

**Упражнение 4.** Выберите правильный ответ.

- 1) How ... cheese should I buy?  
A much B many C lots of
- 2) Could I have ... more ice in my drink?  
A a few B a little C many
- 3) Only ... people know that he was a famous actor.  
A much B a few C a little
- 4) I've got .... free time today. There're a lot of businesses to do.  
A little B much C few
- 5) She doesn't eat ... chocolate because she's on a diet.  
A many B a lot of C much

- 6) How ... sweets are there in the bowl?  
A lots of B few C many

**Упражнение 5.** Вставьте a little, a few, little, few.

- 1) What would you like in your tea? – Just .... sugar, please.
- 2) I've only got ... money, so I can't afford to buy this jacket.
- 3) There are still ... tickets left for the concert next Monday. – Great. I'll go and buy one.
- 4) There's .... wine in the bottle. Would you like some?
- 5) Are there ... chemists near here? Yes, ...
- 6) I eat ... fish. I prefer meat.

## ЧИСЛИТЕЛЬНОЕ

**Упражнение 1.** Заполните пропуски подходящим порядковым или количественным числительным).

- a) There are \_\_\_\_\_ months in a year.
- b) January is \_\_\_\_\_ month of the year.
- c) May is \_\_\_\_\_ month of the year.
- d) There are \_\_\_\_\_ months in winter.
- e) December is \_\_\_\_\_ month of the year and \_\_\_\_\_ month of winter.
- f) There are \_\_\_\_\_ days in a week: \_\_\_\_\_ one is Monday, \_\_\_\_\_ one is Tuesday, \_\_\_\_\_ one is Wednesday, \_\_\_\_\_ one is Thursday, \_\_\_\_\_ one is Friday, \_\_\_\_\_ one is Saturday and \_\_\_\_\_ one is Sunday.
- g) Sunday is \_\_\_\_\_ day of the week in England and \_\_\_\_\_ one in Russia.
- h) Monday is \_\_\_\_\_ day in Russia and \_\_\_\_\_ in Great Britain.
- i) There are \_\_\_\_\_ hours in a day, \_\_\_\_\_ minutes in an hour and \_\_\_\_\_ seconds in a minute.
- j) September, April, June and November have \_\_\_\_\_ days. All the rest have \_\_\_\_\_ except February.
- k) There are \_\_\_\_\_ days in February except the leap year. It's the time when February has \_\_\_\_\_ days.

**Упражнение 2.** Прочитайте по-английски.

- a) 1.12.1958 – 5.10.1831 – 25.2.1758 – 13.4.1685 – 20.9.1586 – 2.8.1405 – 10.9.2012
- b)  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{2}{3}$  -  $\frac{6}{7}$  - 4.45 - 1.5 – 10.2 – 5.75 –  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{3}{4}$  - 12.1 – 3.5 – 2.34 - .9 - .65
- c) 19874 - 1200200 – 7500 – 10500 – 8500750 – 3060 – 555 – 20300 – 3777 – 2256300
- d) January 21 - February 10 - March 8 - April 2 - May 3 - June 4 - July 5 - August 19 - September 1 - October 7 - November 8 - December 31

## МЕСТОИМЕНИЯ SOME & ANY

**Упражнение 1.** Вставьте something (anything, nothing) или somebody (anybody/ nobody) или everybody (everything/ everywhere) по смыслу.

- I am afraid he knows \_\_\_\_\_ about it.  
Is there \_\_\_\_\_ in the basket? — No, it's empty.  
I've prepared \_\_\_\_\_ for dinner which you'll like very much.  
I know \_\_\_\_\_ who can help you.  
Is there \_\_\_\_\_ here who can speak Japanese?  
There was \_\_\_\_\_ in the room. It was dark.  
The room was full. \_\_\_\_\_ was present at the meeting.  
We can start. \_\_\_\_\_ was ready for the party.

**Упражнение 2.** Вставьте something (anything, nothing) или somebody (anybody/ nobody) или everybody (everything/ everywhere) по смыслу.

I want to tell you \_\_\_\_\_.

My husband can't teach his son \_\_\_\_\_.

My husband taught his son \_\_\_\_\_ he knows.

Her student has an excellent memory. She remembers \_\_\_\_\_.

There is \_\_\_\_\_ in the room, I heard voices.

There is \_\_\_\_\_ in the room, it was empty.

I can't find my book. I looked for it \_\_\_\_\_.

I read all the text but can't understand \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_ came and the party began.

Can \_\_\_\_\_ translate these sentences?

**Упражнение 3.** Вставьте some, any, no или something (anything, nothing) или somebody (anybody/ nobody) или somewhere (anywhere/ nowhere) или everybody (everything/ everywhere)

He has got \_\_\_\_\_ money. He can't spend his holidays abroad any more.

The student didn't understand \_\_\_\_\_, because he heard \_\_\_\_\_

I need to buy a lot of things. There isn't \_\_\_\_\_ time to waste.

Is there \_\_\_\_\_ in the office?

There is \_\_\_\_\_ white in the box. What is it?

Would you like \_\_\_\_\_ juice?

Life is not easy. \_\_\_\_\_ has problems.

I understand \_\_\_\_\_ now. Thank you for your explanation.

Do you live ... near Hyde Park?

\_\_\_\_\_ came and he felt lonely.

**Упражнение 4.** Вставьте some, any, no или их производные по смыслу.

Can I have \_\_\_\_\_ milk in my tea?

Can I have \_\_\_\_\_ to drink?

Are there \_\_\_\_\_ chess players here?

Is there \_\_\_\_\_ who can play chess here?

I saw \_\_\_\_\_ near the wood that looked like a tent.

\_\_\_\_\_ left a textbook in our classroom yesterday.

I am not a perfectionist. \_\_\_\_\_ is perfect in this world.

Where are you going? – I am not going \_\_\_\_\_

It so happened that he had \_\_\_\_\_ to go.

We've got \_\_\_\_\_ to eat, we've got only \_\_\_\_\_ to drink.

There were \_\_\_\_\_ of my friends there.

I am sure ... has taken your bag.

The old man had \_\_\_\_\_ to help him.

The patient has a bad memory. She can't remember \_\_\_\_\_.

He has got \_\_\_\_\_ money. He eats only fast food.

Do you live \_\_\_\_\_ near Jim?

**Упражнение 5.** Переведите на английский язык.

1. Дайте мне хлеба. 2. Хотите кофе? 3. У вас есть какие-нибудь интересные английские книги? 4. Любой студент знает это. 5. Возьмите любую книгу, которая вам нравится. 6. Приходите в любое время (которое вас устраивает). 7. В холодильнике есть еда. Вы хотите что-нибудь поесть? 8. В кувшине есть молоко. Будете пить молоко? 9. У меня нет чая, но есть кофе. 10. У нас здесь нет рек, но есть несколько озер. 11. Есть ли какая-нибудь разница между ними? 12. Я не вижу никакой разницы. 13. Думаю, разницы нет. 14. Никто из вас не знает, как много он работал в молодости.

## БЕЗЛИЧНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

**Упражнение 1.** В следующих предложениях надо поставить глагол-связку “to be” в нужное время и перевести на родной язык.

1. It ... a long time ago. I had a dog I always took out for a walk in the evening.
2. It ... raining for three hours without stopping.
3. What time is it now? – It ... 8 o'clock by my watch.
4. It ... only two miles to the station from here. Let's walk there, shall we?
5. It ... cold outside. It ... snowing. Put on your coat.
6. It ... ten degrees below zero yesterday.
7. When we returned home yesterday it ... very late.
8. It ... sleeting all the evening yesterday. The weather was beastly so I didn't feel like going out.
9. It ... rather dull and looks like rain.
10. It ... getting cold. The temperature is falling. Stay at home.
11. It ... spring weather today. The sun is shining brightly and it... very warm.
12. It ... almost 2 o'clock and the night was dark.
13. I think it ... hot tomorrow. The temperature is rising.
14. It ... not far to any town or village from here.
15. It ... too early to make any decision. Let's think it over once again.
16. What is the weather like today? – It ... fine today. It ... sunny, but it .. cold for October.
17. It was October, it ... drizzling and dark.
18. It ... getting dark. It ... time to return home.
19. It ... thundering. It looks like a storm.
20. What time did you finish your work? – It ... 6 o'clock.
21. It has stopped raining. It ... clearing up.
22. It ... often close during the rainy season in India.
- 23.. It ... twenty degrees above zero today.
24. It ... a long way to the railway station from here. Let's take a taxi.
25. What was the weather like yesterday? – It ... sleeting.
26. It ... hot tomorrow. They say, it ... thirty-five degrees above zero.
27. It ... cloudy today. It ... going to rain.
28. It ... too early to leave. I want to stay here.
29. What day is it today? – It ... Tuesday.
30. It ... not far from my house to the forest.
31. It ... still snowing. There ... a lot of snow everywhere tomorrow.
32. Take an umbrella. It ... pouring.
33. It ... 112 miles from London to Birmingham.
34. It ... frosty yesterday. How bitterly cold it ...!
35. It ... close in the room. Could you please open the window?
36. Though the day is hot, it ... cool in the shade.
37. Yesterday it ... rainy and foggy. The weather ... beastly.
38. It ... getting warmer today. It ... going to thaw.
39. It ... dry and sunny today.
40. What's the date today? It ... the 15th of April, 2014.

## УКАЗАТЕЛЬНЫЕ МЕСТОИМЕННИЯ

**Упражнение 1.** Поставьте this или these. Переведите предложения.

1. ... cream isn't good.
2. ... is my air-plane ticket.
3. ... books belong to his children.
4. ... river is the longest in the region.
5. ... trainers were made in Italy.

**Упражнение 2.** Поставьте that или those. Переведите предложения.

1. ... tomatoes are not fresh.
2. ... bag is mine.
3. ... letters are for Mike.
4. ... is our bus.
5. ... dogs bark every night.

**Упражнение 3.** Поставьте this, that, these или those. Переведите предложения.

1. Could you pass me ... dictionary beside you?
2. ... jeans over there are quite cheap.
3. ... apples are much sweeter than those ones.
4. Look here! Do you like ... ring?
5. Do you know ... woman in black over there?
6. ... shoes are very tight. I must take them off.
7. How much are ... teddy-bears in the shop-window?
8. ... tower looks so small because it's far away.
9. ... dolphins we saw in the sea were so funny.
10. ... ice-cream I am eating is my favourite.

**Упражнение 4.** Измените предложения в единственном числе на множественное, или наоборот.

1. This man is quite old. (Этот мужчина довольно стар.)
2. That is our teacher. (Там наш учитель.)
3. Pass me those spoons, please. (Передай мне те ложки, пожалуйста.)
4. Is this your key? (Это твой ключ?)
5. Look at this tulip. (Посмотри на этот тюльпан.)
6. These tests are too difficult for me. (Эти контрольные слишком сложны для меня.)
7. Who is that woman near the shop? (Кто вон та женщина возле магазина?)
8. This dress looks great. (Это платье смотрится здорово.)
9. Whose cars are these? (Чьи это машины?)
10. Those glasses are broken. (Те бокалы разбиты.)

## ПРЕДЛОГИ

**Упражнение 1.** Заполните пропуски требующимися предлогами места):

- 1) He's swimming \_\_\_\_\_ the river.
- 2) Where's Julie? She's \_\_\_\_\_ school.
- 3) The plant is \_\_\_\_\_ the table.
- 4) There is a spider \_\_\_\_\_ the bath.
- 5) Please put those apples \_\_\_\_\_ the bowl.
- 6) Frank is \_\_\_\_\_ holiday for three weeks.
- 7) There are two pockets \_\_\_\_\_ this bag.
- 8) I read the story \_\_\_\_\_ the newspaper.
- 9) The cat is sitting \_\_\_\_\_ the chair.
- 10) Lucy was standing \_\_\_\_\_ the bus stop.
- 11) I'll meet you \_\_\_\_\_ the cinema.
- 12) She hung a picture \_\_\_\_\_ the wall.
- 13) John is \_\_\_\_\_ the garden.
- 14) There's nothing \_\_\_\_\_ TV tonight.
- 15) I stayed \_\_\_\_\_ home all weekend.
- 16) When I called Lucy, she was \_\_\_\_\_ the bus.
- 17) There was a spider \_\_\_\_\_ the ceiling.
- 18) Unfortunately, Mr Brown is \_\_\_\_\_ hospital.
- 19) Don't sit \_\_\_\_\_ the table! Sit \_\_\_\_\_ a chair.
- 20) There are four cushions \_\_\_\_\_ the sofa.
- 21) Tomorrow we are going \_\_\_\_\_ Moscow.

**Упражнение 2.** Заполните пропуски подходящими предлогами):

1. Peter is playing tennis \_\_\_\_\_ Sunday.
2. My brother's birthday is \_\_\_\_\_ the 5th of November.
3. My birthday is \_\_\_\_\_ May.
4. We are going to see my parents \_\_\_\_\_ the weekend.
5. \_\_\_\_\_ 1666, a great fire broke out in London.
6. I don't like walking alone in the streets \_\_\_\_\_ night.
7. What are you doing \_\_\_\_\_ the afternoon?
8. My friend has been living in Canada \_\_\_\_\_ two years.
9. I have been waiting for you \_\_\_\_\_ seven o'clock.
10. I will have finished this essay \_\_\_\_\_ Friday.

**Упражнение 3.** Переведите на английский язык, употребляя предлоги at, on, in, to, into.

1. Где Коля? — Он в университете. 2. Папа ходит на работу каждый день. 3. Вчера папа был на работе, а мама была дома. 4. Вчера я ходил в библиотеку. В библиотеке я взял очень интересную книгу. 5. Катя сидела за столом. На столе лежали книги и тетради. Папа подошел к столу и поставил на стол вазу. В вазу он поставил цветы. 6. Вчера мы ходили на выставку. На выставке мы видели много картин. 7. Где Том? — Он на стадионе. Он всегда ходит на стадион в воскресенье. А его сестра ходит в плавательный бассейн. Сейчас она в бассейне. 8. Ты любишь ходить в театр? 9. Когда мы пришли на вокзал, мы поставили свои вещи на платформу и сели на скамейку. Мама пошла в магазин и купила лимонаду. 10. Вчера на уроке учитель сказал мне: „На доске две ошибки. Иди к доске и исправь ошибки“. 11. Вы были вчера на концерте? — Нет, мы работали в библиотеке, а потом мы пошли в парк. В парке мы играли, а потом сидели на траве. 12. Положи книгу в портфель и иди к доске. 13. Сегодня во дворе, много ребят.

**Упражнение 4.** Переведите на английский язык, употребляя предлоги at, on, in, to.

В прошлом месяце моя тетя не ходила на работу. Она вставала в десять часов и ложилась спать в полночь. Она часто ходила в театр и в кино. Но в этом месяце она встает на восходе солнца, потому что она опять ходит на работу. Она работает в нашем университете. Учебный год в университете начинается в сентябре, а кончается в мае. В январе и в июне студенты сдают экзамены. Тетя ходит в университет во вторник, в среду, в четверг и в субботу. В понедельник она всегда работает в библиотеке. В пятницу она обычно ездит за город. Она встает в семь часов и едет на вокзал. За городом она проводит целый день и возвращается в город на закате. На будущей неделе моя тетя поедет в Лондон, а в будущем году — в Нью-Йорк.

**Упражнение 5.** Переведите на английский язык.

1. Четвертого июня мы поедем за город. 2. Я люблю ходить в парк осенью. 3. На этой неделе мы будем встречать наших друзей в аэропорту. Самолет прибывает в семь часов вечера. Я думаю, что мы ляжем спать только в полночь. 4. Прошлой зимой он часто ходил на каток в воскресенье. 5. На прошлой неделе мы ходили в Русский музей. 6. Летом солнце встает рано утром, а садится поздно вечером. 7. Прошлым летом мы ездили на юг. Когда мы были на юге, мы ходили к морю каждый день. Мы вставали на рассвете и купались.

**Артикль как категория, его значения. Степени сравнения прилагательных и наречий.  
Практика чтения и перевода.**

## Артикль как категория, его значения

**Упражнение 1.** Поставьте артикли, где они необходимы.

1. ... Hotels in ... Europe can often be small, hot, and old.
2. He is ... unhappy person.
3. We saw ... extremely large dog.
4. She told ... very sad story.
5. There was no ... sun today.
6. I have ... good idea.
7. I have ... some homework to do for tomorrow.
8. Male has ... airport.
9. Say ... 'Hi' to Kate.
10. I arrived in ... USA last ... Monday.

**Упражнение 2.** Найдите ошибки.

- a) We live near the road.

- b) When would you like to stay at an European Hotel?
- c) I got a new book from the library.
- d) Dan and I often watch musical on TV.
- e) Your English is great.
- f) I wear wedding ring.
- g) My husband tries to go to a bed at 9 pm.
- h) I can cook the chicken for dinner.
- i) I have no family.
- j) Was weather nice?

**Упражнение 3.** Выберите правильные предложения — где артикли расставлены правильно.

- I'll send you a message tomorrow.
- I've seen Niagara Falls many times.
- I have a lot of music.
- Monday was our Labor Day holiday.
- American movies are very popular in Russia.
- He has lovely blue eyes.
- British English and American English.
- He's the only child.
- I had a bad Saturday.
- I don't like sushi at all.

**Упражнение 4.** Расставьте артикли, где это необходимо.

1. Do you know where I left ... car keys?
2. I want to change ... channel. OK, ... remote control is over there.
3. What does she do? She's ... gym instructor.
4. Is there ... Internet cafe around here? I need to send ... Facebook message.
5. I have ... two sisters and ... brother. ... brother works as ... programmer.
6. Now I am working on ... two projects, one of which is ... Pyramid City Project.
7. I was in Samara ... last summer. ... summer of 2007 was hot and dry.
8. Mark gets up early. He always listens to ... radio in ... morning.
9. Today is another ... wet day, and I have cancelled ... my trip to ... Vancouver Island for ... lunch.
10. Have you read about ... German court sentenced ... 88-year-old woman to ... six months in ... prison for denying ... Holocaust? I haven't seen ... articles or ... reports about ... old woman being put in ... jail from ... Holocaust.

**Упражнение 5.** Скажите по-английски следующие предложения, не забывайте про артикли.

- a) Я пришлю тебе email завтра.
- б) Я видел Ниагарский водопад много раз.
- с) У меня есть много музыки.
- d) В понедельник был праздник «День труда».
- e) Американские фильмы очень популярны в России.
- f) У него прекрасные голубые глаза.
- g) Британский английский и американский английский.
- h) Он единственный ребенок.
- i) У меня была плохая суббота.
- j) Я вообще не люблю суши.

## СТЕПЕНИ СРАВНЕНИЯ ПРИЛАГАТЕЛЬНЫХ И НАРЕЧИЙ

**Упражнение 1.** Образуйте степени сравнения:

Положительная	Сравнительная	Превосходная
unique	more sociable	(the) laziest
helpful sympathetic	busier	(the) kindest
cheerful	lazier more stubborn	(the) angriest
enthusiastic	more hardworking	(the) most envious
creative	greedier more arrogant	(the) most sincere
aggressive	happier more friendly	(the) most talkative
easy-going	more organized	(the) shyest (the) most pessimistic
cold-hearted	sillier	

**Упражнение 2.** Раскройте скобки, употребляя требующуюся форму прилагательного.

1. We should eat (healthy) food.
2. Today the streets aren't as (clean) as they used to be.
3. It's (bad) mistake he has ever made.
4. This man is (tall) than that one.
5. Asia is (large) than Australia.
6. The Volga is (short) than the Mississippi.
7. Which building is the (high) in Moscow?
8. Mary is a (good) student than Lucy.
9. The Alps are (high) than the Urals.
10. This garden is the (beautiful) in our town.
11. She speaks Italian (good) than English.
12. Is the word "newspaper" (long) than the word "book"?
13. The Thames is (short) than the Volga.
14. The Arctic Ocean is (cold) than the Indian Ocean.
15. Chinese is (difficult) than English.
16. Spanish is (easy) than German.
17. She is not so (busy) as I am.
18. It is as (cold) today as it was yesterday.
19. She is not so (fond) of sports as my brother is.
20. Today the weather is (cold) than it was yesterday.

21. This book is (interesting) of all I have read this year.
22. January is the (cold) month of the year.
23. My sister speaks English (bad) than I do.
24. Which is the (hot) month of the year?
25. Which is the (beautiful) place in this part of the country? :
26. This good-looking girl is the (good) student in our group.

**Упражнение 3.** Переведите следующие предложения на английский язык.

1. Это очень легкая задача. Дайте мне более трудную задачу.
2. Летом дни длинные, а ночи короткие.
3. 22 июня — самый длинный день.
4. В июле дни короче.
5. В декабре дни самые короткие.
6. Я думаю, что наш учитель английского языка был очень терпелив.
7. Моя учительница немецкого языка — самый энергичный человек.
8. Мы знаем, твой сосед — очень скучный человек.
9. Какая самая смешная телевизионная программа?
10. Это были самые счастливые дни в ее жизни.

**Упражнение 4.** Раскройте скобки, употребляя требующуюся форму прилагательного.

1. Which is (large): the United States or Canada?
2. What is the name of the (big) port in the United States?
3. Moscow is the (large) city in Russia.
4. The London underground is the (old) in the world.
5. There is a (great) number of cars and buses in the streets of Moscow than in any other city of Russia.
6. St. Petersburg is one of the (beautiful) cities in the world.
7. The rivers in America are much (big) than those in England.
8. The island of Great Britain is (small) than Greenland.
9. What is the name of the (high) mountain in Asia?
10. The English Channel is (wide) than the straits of Gibraltar.
11. Russia is a very (large) country.

**Упражнение 5.** Переведите на английский язык, используя прилагательные в положительной, сравнительной и превосходной степени:

1. Я такой же сильный, как Джон.
2. Я сильнее Джона.
3. Джон — самый сильный в классе.
4. Эта комната такая же холодная, как та комната.
5. Эта комната — самая холодная из всех.
6. Мой дом такой же большой, как твой дом.
7. Мой дом больше твоего.
8. Мой дом — самый большой в городе.
9. Мэри такого же возраста, как Джейк.
10. Мэри старше Джейка.
11. Джейк — самый старший в классе.
12. Эта книга — такая же интересная, как та книга.
13. Эта книга интереснее той.
14. Эта книга — самая интересная.

**THE PRESENT INDEFINITE TENSE FORM**  
**THE PRESENT CONTINUOUS TENSE FORM**

**Упражнение 1.** Раскройте скобки, употребляя глаголы в форме Present Simple или Present Continuous.

1. He (to work) in the city centre.
2. I (to write) an essay now.
3. You (to go) to school on Sundays?
4. We (not to dance) every day.
5. They (to play) in the hall now?
6. Where he (to live)? – He (to live) in a village.
7. He (to sleep) now?
8. They (to read) many books.
9. The children (to eat) cakes now.
10. He (to help) his mother every day.
11. You (to play) the piano well?
12. Look! Michael (to dance) now.

**Упражнение 2.** Раскройте скобки, употребляя глаголы в форме Present Simple или Present Continuous.

1. Her father (not to watch) TV at the moment. He (to sleep) because he (to be) tired.
2. Where your uncle (to work)? – He (to work) at school.
3. Your friend (to do) his homework now?
4. When you usually (to come) home from school? – I (to come) at four o'clock.
5. My sister (not to play) the piano now. She (to play) the piano in the evening.
6. You (to read) a magazine and (to think) about your holiday at the moment?
7. I (to sit) in the waiting room at the dentist's now.
8. When you (to listen) to the news on the radio?
9. You (to play) chess now?
10. My father (not to work) at the shop.
11. Look at the sky: the clouds (to move) slowly, the sun (to appear) from behind the clouds, it (to get) warmer.
12. I (not to drink) coffee in the evening. I (to drink) coffee in the morning.
13. What your friend (to do) now? – She (to wash) the dishes.
14. Your grandfather (to work) at this factory?

**Упражнение 3.** Выберите из скобок нужную форму. Объясните сделанный выбор.

1. It sometimes (snows/is snowing) here in April.
2. It (snows/is snowing) now.
3. Every morning mother (cooks/is cooking) breakfast for us.
4. It is 8 o'clock now. Mother (cooks/ is cooking) breakfast.
5. Every day father (leaves/is leaving) the house at half past eight.
6. Now it is half past eight. Father (leaves/is leaving) the house.
7. We often (watch/are watching) TV.
8. Now we (sit/ are sitting) in armchairs and (watch/are watching) TV.
9. Sometimes Mike (does/is doing) his lessons in the evening.
10. Look at Mike. He (does/is doing) his lessons.
11. It often (rains/is raining) in September.
12. It (rains/is raining) now.
13. Every day the family (has/is having) tea at 5 o'clock.
14. It is 5 o'clock now. The family (has/is having) tea.

**Упражнение 4.** Поставьте глаголы в скобках в нужном времени и в нужной форме.

1. He often (go) to the cinema.
2. They (watch) TV at the moment.
3. She (write) letters to her mother every week.
4. Nina usually (drive) to work.
5. Father (sit) on the sofa now.
6. Listen. The telephone (ring).
7. Tim (study) a new language every year.
8. We always (spend) the summer in York.
9. In summer we usually (go) to the seaside.
10. Look at Tom. He (ride) a horse.
11. He

often (watch) birds in autumn. 12. Don't ask me now. I (write) an exercise. 13. She usually (watch) television in the evening. 14. I (play) the piano every day.

**Упражнение 5.** *Найдите ошибки и исправьте их.*

1. We not going to school today. 2. What you doing after school? 3. At the moment Peter is work in Russia. 4. Does he got a new car? 5. He never wear a hat. 6. He don't like black coffee. 7. We are have a good time. 8. What you doing now? 9. It rains at the moment. 10. How you like the game?

**Упражнение 6.** *Поставьте глаголы, данные в скобках, в нужном времени.*

1. My brother (talk) to Tom now. 2. He (work) hard every day. 3. That girl (speak) English very well. 4. My friend (enjoy) hamburgers very much. 5. John and Frank (write) letters at this moment. 6. The children (sleep) for two hours every afternoon. 7. It (rain) very much in autumn. 8. Miss Peters (talk) to Mr. Johnson right now. 9. We (do) Exercise 13. 10. My mother (cook) very well.

**Упражнение 7.** *Найдите ошибки и исправьте их.*

1. Where your sister work? 2. I'm go to the cinema tonight. 3. How much you sleep? 4. We no wear a uniform at school. 5. That's my brother over there. He stands near the window. 6. Claire not like oranges. 7. Sorry. You can't speak to Jane. She's sleep. 8. My friend live in Great Britain. 9. Peter's a businessman. He's working all over the world.

**Упражнение 8.** *Переведите на английский язык.*

1. Я люблю апельсиновый сок. Я всегда пью его по утрам.  
2. — Что ты сейчас пьешь? — Я пью апельсиновый сок.  
3. — Том, куда ты идешь? — Я иду в библиотеку. — Я всегда хожу в библиотеку по субботам.  
4. — Где Джек? — Он играет в саду.  
5. Джек хорошо играет в теннис.

**Упражнение 9.** *Поставьте глаголы в скобках в Present Simple или Present Continuous.*

1. Elephants (not/eat) meat. 2. He (go) to the cinema once a week. 3. He (not/watch) always a good film. 4. Uncle George always (come) to dinner on Sundays. 5. He (not/work) on Sundays, of course. 6. Look! A big white bird (sit) in our garden.

**Упражнение 10.** *Поставьте глаголы в скобках в Present Simple или Present Continuous.*

1. —What you (do) here? —I (wait) for a friend. 2. —He (speak) French? —Yes, he (speak) French well. 3. Someone (knock) at the door. 4. Don't go into the classroom. The students (write) a dictation there. 5. The man who (read) a book is our English teacher. 6. Let's go for a walk. It (not/rain). 7. — Where is Joe? — He (look for) his key. 8. Don't disturb Ed. He (do) his homework. 9. We usually (watch) TV One but tonight we (watch) TV Two for a change. 10.— What's that noise? —Sam (play) ball.

### MY VISIT CARD

I am Alexander Petrov. Alexander is my first name and Petrov is my surname. I am seventeen years old. I want to tell you a few words about my family. My family is large. I've got a mother, a father, a sister, a brother and a grandmother.

There are six of us in the family.

My mother is a teacher of biology. She works in a college. She likes her profession. She is a good-looking woman with brown hair and green eyes. She is forty-four but she looks much younger. She is tall and slim.

My father is a computer programmer. He is very experienced. He is a broad-shouldered, tall man with fair hair and grey eyes. He is forty-six. My father often sings and when we are at home

and have some free time, I play the guitar and we sing together. My father knows all about new radio sets and likes to repair old ones. He is also handy with many things. When he was small, he liked to take everything to pieces. My grandmother told me a story that once my father tried to "repair" their kitchen clock. He managed to put all the wheels and screws back again — but the clock did not work. They had to give it to a repairman. But that happened a long time ago. Now he can fix almost everything: a vacuum cleaner, a washing machine, a fridge and what not. He's got a few shelves where he keeps everything he needs. On the table there's always a radio in pieces. My parents have been married for twenty-six years. They have much in common, but they have different views on music, books and films. For example, my father likes horror films and my mother likes "soap operas". My father is fond of tennis. My mother isn't interested in sports. But my parents have the same opinion about my education and upbringing.

My parents are hard-working people. My mother keeps house and takes care of me and my father. She is very good at cooking and she is clever with her hands. She is very practical. My father and I try to help her with the housework. I wash the dishes, go shopping and tidy our flat. My grandmother is a pensioner. She lives with us and helps to run the house. She is fond of knitting.

My sister Helen is twenty-five. She is married and has a family of her own. She works as an accountant for a small business company. Her husband is a scientist. They've got twins: a daughter and a son. They go to a nursery school. My brother Boris is eleven. He is a schoolboy. He wants to become a doctor but he is not sure yet. Three months ago he dreamed of being a cosmonaut. I want to become a student. I'd like to learn foreign languages. I think I take after my father. I'm tall, fair-haired and even-tempered. I always try to be in a good mood.

We've got a lot of relatives. We are deeply attached to each other and we get on very well.

**Упражнение 11.** Найдите в тексте эквиваленты следующих слов и выражений

Воспитание, заботиться о ком-либо, она хорошо готовит, играть на гитаре, у нее умелые руки, уметь делать что-либо, быть искусным в чем-либо, вести хозяйство, разбирать на части, пылесос, детский сад, стиральная машина, быть похожим, и так далее, суметь, иметь много общего, быть сильно привязанным к кому-либо, уравновешенный.

**Упражнение 12.** Подготовьте рассказ о себе.

**The Past Indefinite Tense Form. Устная речь "My Native City / Village"**

**THE PAST INDEFINITE TENSE FORM**

**Упражнение 1.** Составьте предложения, используя Past indefinite

1. football / play / he / yesterday
2. Irina / nice clothes / day before yesterday / wear
3. my / pen / to be / it
4. have / we / breakfast / at 7 o'clock
5. this morning / I / drink / coffee
6. see / we / a spider / yesterday
7. she / eat / apples / this morning
8. London / they / in / to be / last year
9. my sister / him / call / yesterday
10. a doctor / to be / two years ago / my mother

**Упражнение 2.** Переведите предложения, используя Past simple tense

1. Я был учителем 5 лет назад
2. Ирина играла на гитаре вчера
3. Она жила в Париже, 2 года назад
4. Мой отец не читал газету сегодня утром

5. Анна соврала мне вчера
6. Я был счастлив этой ночью
7. Она любила эту машину
8. Я гуляла в парке вчера
9. Их не было здесь в прошлый понедельник
10. На прошлой неделе была хорошая погода

**Упражнение 3.** Составьте вопрос и отрицание к предложению

1. I was tired
2. Kris spoke English
3. His sister was a model
4. I liked my phone
5. Masha read magazine
6. They were students
7. This shop opened at 9 o'clock
8. She was pretty
9. Tom lied
10. Marina wore skirts

**Упражнение 4.** Составьте специальный вопрос к предложению

- I lived in London (Where)  
 Kris spoke English (What language)  
 His sister was a model (Who)  
 I liked my phone (What)  
 Masha read magazine this morning (When)  
 This car was black (What color)  
 This shop opened at 9 o'clock (What time)  
 She was pretty (who)  
 Tom lied yesterday (When)  
 Marina wore skirts (what)

**Упражнение 5.** Вставьте глаголы из списка в предложения в нужной форме  
**play, use, get up, know, to be, to be, have, read, to be, watch**

- They \_\_\_ dinner at 8 o'clock  
 It \_\_\_ my car two years ago  
 They \_\_\_ early this morning  
 Anna \_\_\_ the piano yesterday  
 They \_\_\_ solders last year  
 It \_\_\_ a clear car yesterday  
 He \_\_\_ TV last evening  
 I \_\_\_ much about games many years ago  
 Larisa didn't \_\_\_ books last week  
 She didn't \_\_\_ laptop last month

**Упражнение 6.** Составьте специальный вопрос к предложению

1. I lived in London (Where)
2. Kris spoke English (What language)
3. His sister was a model (Who)
4. I liked my phone (What)
5. Masha read magazine this morning (When)
6. This car was black (What color)
7. This shop opened at 9 o'clock (What time)
8. She was pretty (who)

9. Tom lied yesterday (When)

10. Marina wore skirts (what)

**Упражнение 7. Вставьте глаголы из списка в предложения в нужной форме**

play, use, get up, know, to be, to be, have, read, to be, watch

1. They \_\_\_ dinner at 8 o'clock

2. It \_\_\_ my car two years ago

3. They \_\_\_ early this morning

4. Anna \_\_\_ the piano yesterday

5. They \_\_\_ solders last year

6. It \_\_\_ a clear car yesterday

7. He \_\_\_ TV last evening

8. I \_\_\_ much about games many years ago

9. Larisa didn't \_\_\_ books last week

10. She didn't \_\_\_ laptop last month

**MY NATIVE CITY / VILLAGE**

**Упражнение 1. Прочитайте и переведите текст:**

**MY VILLAGE**

A village is a quiet, peaceful place outside the city, which is a perfect place for rest. My native village is situated in Azovsky District and it's called Alexandrovka.

At the moment my grandparents live there and we often visit them. I grew up in this village, as my parents were most of the time at work. So, my grandmother raised me and I feel there at home.

Each weekend or holiday season I spend in Alexandrovka. My favourite time of the year is summer. It's the time when I can live there for three months.

Our house is comparatively small, but it's not a problem for us. It's a one-storey house with a basement and an attic. There are three bedrooms in the house, a kitchen, a bathroom and a toilet.

The house is surrounded by enormous land. This is where my grandparents grow fruit and vegetables. Every summer we have our own harvest of potatoes, tomatoes, cabbages, various herbs, apples, plums, apricots. There is a small flower bed as well. This is where my grandma grows the tulips and the daffodils.

We also have a summer bath in the backyard. It is a very convenient invention. It saves lots of water and energy. Other houses in the village are similar to ours. By the way I have many friends in the village, so there is no time to be bored. We swim in the nearest lake, we play hide-and-seek and we simply run around during the summer days.

Thus, summer in my village flies quickly. On the 1st of September I have to be in the city, as the school starts. However, I look forward to new weekends and holidays to go to the village. Being there is a real pleasure for me.

**Упражнение 2. Прочитайте и переведите текст:**

**RYAZAN CITY, RUSSIA**

**Ryazan** is a city in Russia, the capital of the Ryazan region, standing on the right bank of the Oka River. It is a major scientific, military and industrial center of the country, a large river port located 196 km south-east of Moscow.

Ryazan was founded in 1095.

Originally "Ryazan" was the name of the capital of the Ryazan principality located about 50 km south-east of the present city. Today, you can find the historical and landscape museum-reserve Staraya Ryazan (old Ryazan) there.

In the city and around it, there is a network of monasteries. Some of them, Holy Trinity, Solotchinsky and Poschupovsky, are among the oldest monasteries in Russia.

The main types of urban transport are buses, trolley-buses and minivans.

There are different architectural, cultural, natural and archaeological sites in Ryazan and around it.

Ryazan Kremlin is the core of the city, an architectural dominant of the historical part of Ryazan. It was founded on a hill at the confluence of the Trubezh and the Lybed rivers. Ryazan Kremlin got its present look in the beginning of the 20th century.

Next to the Kremlin, you can find Cathedral Park, the complex of Transfiguration Monastery, Prioksky Forest Park. During navigation, you can go sightseeing by river buses from the Kremlin pier. Two main squares of Ryazan are Sobornaya Square and Lenin Square.

The main streets of Ryazan are Sobornaya Street, Pervomaysky Avenue and Lenin Street.

The central part of Ryazan has a lot of historical buildings. Saltykov-Shchedrin, Uritskiy and Sadovaya streets represent a rare example of Russian wooden architecture, but unfortunately, under the pressure of modern high-rise buildings, unique monuments of wooden architecture are gradually lost.

Ryazan has a number of buildings built in the classical style: a gymnasium (current Polytechnical Institute), the former Nobility Assembly, a hospital and a market.

**Упражнение 3.** Прокомментируйте одно из следующих высказываний:

East or West, home is best.

There is no place like home.

So many countries, so many customs.

When at Rome, do as the Romans do.

**Упражнение 4.** Подготовьте рассказ о Рязани (10-15 предложений).

### ***The Present Perfect Tense Form. Вопросно-ответная работа. Диалогическая речь.***

#### **THE PRESENT PERFECT TENSE FORM**

**Упражнение 1.** Заполните пары предложений. Используйте настоящее совершенное в одном предложении, а прошедшее простое - в другом.

1. I (know) \_\_\_\_\_ her for six years.

I (know) \_\_\_\_\_ him when I was at school.

2. He (live) \_\_\_\_\_ in Paris from 1997 to 2000.

He (live) \_\_\_\_\_ in New York since 2001.

3. Where's Pete? I (not see) \_\_\_\_\_ him for ages.

I (not see) \_\_\_\_\_ Pete last night.

4. We (be) \_\_\_\_\_ at primary school from 1993 to 1998.

We (be) \_\_\_\_\_ in this class since September.

5. I (not watch) \_\_\_\_\_ this video yet.

I (not watch) \_\_\_\_\_ a video at the weekend.

**Упражнение 2.** Поставьте глаголы в скобках в простое прошедшее или настоящее совершенное.

1. I \_\_\_\_\_ (never/ be) to the USA. I \_\_\_\_\_ (want) to go there last summer but I couldn't.

2. He \_\_\_\_\_ (live) in this street all his life.

3. His father \_\_\_\_\_ (come back) to London last Sunday.

4. Yan \_\_\_\_\_ (write) a letter to Nick two days ago.

5. He \_\_\_\_\_ (send) his letter yesterday.

6. They \_\_\_\_\_ (just/ buy) some postcards.

**Упражнение 3.** Выберите верный вариант.

1. She has /'s had a moped since she was 15.

2. We took /'ve taken a taxi to town that morning.

3. We played /'ve played volleyball last night
4. I'm really hungry. I didn't eat / haven't eaten since last night.
5. They visited / 've visited Colorado last summer.

**Упражнение 4.** Поставьте глаголы в скобках в простое прошедшее или настоящее совершенное.

1. Maria (get) \_\_\_\_\_ some bad news last week. She (be) \_\_\_\_\_ sad since she (get) \_\_\_\_\_ the bad news.
2. I (start) \_\_\_\_\_ school when I was five years old. I (be) \_\_\_\_\_ at school since I (be) \_\_\_\_\_ five years old.
3. I (change) \_\_\_\_\_ my job three times this year.
4. I (change) \_\_\_\_\_ my job three times last year.
5. The weather was hot and dry for many weeks. But two days ago it (rain) \_\_\_\_\_.
6. Tom (break) \_\_\_\_\_ his leg five days ago. He's in hospital. He (be) \_\_\_\_\_ in hospital since he (break) \_\_\_\_\_ his leg.
7. Are you going to finish your work before you go to bed? — I (finish) \_\_\_\_\_ it (already). I (finish) \_\_\_\_\_ my work two hours ago.

**Упражнение 5.** Поставьте глаголы в скобках в простое прошедшее или настоящее совершенное.

1. I (have, just) \_\_\_\_\_ a nice pot of coffee. Would you like a cup?
2. I (see, not) \_\_\_\_\_ Steve this morning yet.
3. Carol and I are old friends. I (know) \_\_\_\_\_ her since I (be) \_\_\_\_\_ a freshman in high school.
4. Maria (have) \_\_\_\_\_ a lot of problems since she (come) \_\_\_\_\_ to this country.
5. I (go) \_\_\_\_\_ to Paris in 2003 and 2006.
6. A car came round the corner and I (jump) \_\_\_\_\_ out of the way.
7. Don't throw the paper away because I (not to read) \_\_\_\_\_ it yet.
8. Is Jim going to eat lunch with us today? — No. He (eat) \_\_\_\_\_ (already). He (eat) \_\_\_\_\_ lunch an hour ago.
9. Since we (start) \_\_\_\_\_ doing this exercise, we (complete) \_\_\_\_\_ some sentences.
10. I (be) \_\_\_\_\_ never to Italy.

**Упражнение 6.** Поставьте глаголы в скобках в простое прошедшее или настоящее совершенное.

1. You (ever work) \_\_\_\_\_ in a shop?
2. I (work) \_\_\_\_\_ at my uncle's shop when I was younger.
3. It's the first time I (be) \_\_\_\_\_ on a ship.
4. Ann is looking for her key. She can't find it. She (lose) \_\_\_\_\_ her key.
5. How many symphonies Beethoven (compose) \_\_\_\_\_?
6. Look! Somebody (spill) \_\_\_\_\_ ink on the notebook.
7. You (have) \_\_\_\_\_ a holiday this year yet?
8. You (see) \_\_\_\_\_ any good films recently?
9. He (have, not) \_\_\_\_\_ any problems since he (come) \_\_\_\_\_ here.

**Упражнение 7.** Поставьте глаголы в скобках в простое прошедшее или настоящее совершенное.

1. I (cut) \_\_\_\_\_ some flowers from my garden yesterday. I (cut) \_\_\_\_\_ lots of flowers from my garden so far this summer.
2. I (not / see) \_\_\_\_\_ Tom lately.
3. The artist (draw) \_\_\_\_\_ a picture of sunset yesterday. She (draw) \_\_\_\_\_ many pictures of sunsets in her lifetime.
4. I (feed) \_\_\_\_\_ birds at the park yesterday. I (feed) \_\_\_\_\_ birds at the park every day since I (lose) \_\_\_\_\_ my job.

5. Ann (wake up) \_\_\_\_\_ late and (miss) \_\_\_\_\_ her breakfast on Monday.
6. I (forget) \_\_\_\_\_ to turn off the stove after dinner. I (forget) \_\_\_\_\_ to turn off the stove a lot of times in my lifetime.
7. The children (hide) \_\_\_\_\_ in the basement yesterday. They (hide) \_\_\_\_\_ in the basement often since they (discover) \_\_\_\_\_ a secret place there.
8. The baseball player (hit) \_\_\_\_\_ the ball out of the stadium yesterday. He (hit) \_\_\_\_\_ a lot of homeruns since he (join) \_\_\_\_\_ our team.
9. We first (meet) \_\_\_\_\_ in 2001. So we (know) \_\_\_\_\_ each other for 8 years.

**Упражнение 8.** Поставьте глаголы в скобках в простое прошедшее или настоящее совершенное.

1. She (change) \_\_\_\_\_ a lot since she left school.
2. I (see) \_\_\_\_\_ this film and I don't want to see it again.
3. Jazz (originate) \_\_\_\_\_ in the United States around 1900.
4. Tom Hanks (win) \_\_\_\_\_ an Oscar several times already.
5. Long ago, they (build) \_\_\_\_\_ most houses out of wood.
6. Scientists still (not/find) \_\_\_\_\_ a cure for cancer.
7. Sean (eat, never) \_\_\_\_\_ Chinese food before.
8. In my first job, I (be) \_\_\_\_\_ responsible for marketing.
9. The last job I (apply) \_\_\_\_\_ for required applicants to speak some Japanese.
10. The first modern Olympics (take) \_\_\_\_\_ place in Athens more than a hundred years ago.
11. I am writing in connection with the advertisement which (appear) \_\_\_\_\_ in December.

**Упражнение 9.** Поставьте глаголы в скобках в простое прошедшее или настоящее совершенное.

My family and I (move) from London to Cardiff last summer, so we (live) in Cardiff for seven months now. I miss my friends in London. My best friend is called Megan. We (meet) at primary school, so I (know) her for nine years. Unfortunately, I (not see) her since last summer.

I go to Greystone Secondary School in Cardiff. I (be) at the school since last September. At first I (not like) it because I (not have) any friends here. But the students in my class are really nice and I'm happy here now.

**Упражнение 10.** Исправьте ошибки в предложениях.

1. We lived here since 1997.
2. I've been ill since two days.
3. How long do you know him?
4. Susie has seen a good film last night.
5. We've finished our homework just.
6. I've already wrote three letters.

**Упражнение 11.** Поставьте глаголы в скобках в простое прошедшее или настоящее совершенное.

Helen: That's a nice tennis racket. Is it new?

Andy: No, (I/have) \_\_\_\_\_ it for about a year, but (I/not play) \_\_\_\_\_ with it very much. (I/buy) \_\_\_\_\_ it in Florida.

Helen: When (you/go) \_\_\_\_\_ to America?

Andy: (I/go) \_\_\_\_\_ there with my family in the spring.

Helen: What was it like?

Andy: Great! (I/stay) \_\_\_\_\_ with my pen-friend.

Helen: Is your pen-friend American?

Andy: Yes. (I/have) \_\_\_\_\_ an American pen-friend for two years. (he/come) \_\_\_\_\_ to England last summer.

Helen: (I/not meet) \_\_\_\_\_ him.

Andy: No, (you/be) \_\_\_\_\_ on holiday in Turkey.

**Упражнение 12.** Выберите правильную форму глагола.

1. We went/ 've been to the seaside last summer.
2. I finished / 've finished my homework. Can I go out now?
3. I was / 've been ill three months ago.
4. Have you been / Did you to the shop? I need some stamps.
5. My hobby is fishing. I've caught / caught a lot of fish.
6. Jenny is in Oxford today, but she was /has been in London yesterday.
7. I played / 've played basketball when I was younger, but I don't play now.
8. I've already seen / already saw 'Shrek'.
9. Julie has been / was ill since Tuesday.
10. I didn't see / haven't seen Josh since 1998.
11. We've stayed / stayed at our grandparents for three days. We arrived home yesterday.
12. The dog went / has gone to sleep an hour ago.
13. I had / 've had a cat for two years. Its name is Willis.
14. I've waited / waited for a bus for twenty minutes. Then I decided to walk.

**ВОПРОСНО-ОТВЕТНАЯ РАБОТА. ДИАЛОГИЧЕСКАЯ РЕЧЬ.**

**Упражнение 1.** Заполните пропуски и воспроизведите диалоги:

too modest	too loyal	too proud
too shy	too sensible	too honest

- I think Mark took some money from my bag while we were out.

- No, he is \_\_\_\_\_ to do a thing like that.

- I am still waiting for Liza to say sorry for sending that fax to the wrong address

- You'll wait for a long time. Liza is \_\_\_\_\_ to admit anything is her fault.

- Jenny left a window open when she went out this morning. Anybody could have got in.

- Are you sure it was Jenny? She is \_\_\_\_\_ to do anything like that.

- Apparently, Amy asked Tom if he would like to go out tomorrow night.

- I don't believe you. She is \_\_\_\_\_ to ask a boy out.

- Julie got the highest mark in the class, but she didn't say a word.

- No, she wouldn't. She is \_\_\_\_\_ to say anything about it.

- I thought Martin was a good friend but he has been telling everybody that I am boring.

- Are you sure? Martin is \_\_\_\_\_ to say something like that behind your back.

**Упражнение 2.** Заполните пропуски и воспроизведите диалоги:

moody	amusing	stubborn
arrogant	selfish	silly
	very rude	

- Lucy never thinks about anyone but herself.

- Yes, she can be a bit \_\_\_\_\_ sometimes.

- Oh, Laura's impossible. One-minute life is wonderful and the next minute she's in her room crying.

- Yes, she can be a bit \_\_\_\_\_, can't she?

- I really don't like Bob. He seems to think that he's more important than anybody else.

- He certainly can be very \_\_\_\_\_.

- Martin's such good fun. He's got a great sense of humor.

- Yes, he can be very \_\_\_\_\_.

- I wish Joe would stop playing practical jokes all the time. It gets very tiring.

- Yes, he can he really \_\_\_\_\_ at times. I wish he'd grow up and behave like an adult.

- I told Emma that she shouldn't leave university but she never listens to me.

- No, she really can be very \_\_\_\_\_ when she wants, can't she?

- I invited Sue and Gerry for dinner. They turned up an hour and a half late and didn't even apologize!

- Really? That was \_\_\_\_\_ of them, wasn't it?

### Упражнение 3. Воспроизведите диалоги:

#### Dialogue 1

<b>1st Person</b>	How about coming out for a drink with me this evening?
<b>2nd Person</b>	I'd like that very much. Thank you.
<b>1st Person</b>	Shall we say round about eight?
<b>2nd Person</b>	Fine. See you then.

#### Dialogue 2

<b>1st Person</b>	Why don't we go for a drive in the country?
<b>2nd Person</b>	That would be very nice. Thank you.
<b>1st Person</b>	I'll pick you up about 7.30.
<b>2nd Person</b>	Right. See you later.

#### Dialogue 3

<b>1st Person</b>	Do you feel like going to the cinema?
<b>2nd Person</b>	That sounds like a good idea. Thank you.
<b>1st Person</b>	Let's make it 6.30 at your place.
<b>2nd Person</b>	That'll be OK by me.

#### Dialogue 4

<b>1st Person</b>	Would you like to come to a party with me tonight?
<b>2nd Person</b>	I'd love to. Thank you very much.
<b>1st Person</b>	I'll call round for you after supper.

<b>2nd Person</b>	OK. I'll be ready.
-------------------	--------------------

**Упражнение 4.** Воспроизведите диалоги:

**1**

A: Do you like sports?  
 B: Yes, of course I do. I love sports.  
 A: What kind of sport do you play?  
 B: I play soccer and tennis.  
 A: What's your favorite sport?  
 B: I like soccer the best.

**2**

A: I'm not an athlete, but I like to exercise.  
 B: What kind of exercise do you like to do?  
 A: I like to go jogging and I like to go swimming.  
 B: I like to go jogging, too.  
 A: Where do you usually go jogging?  
 B: I usually go jogging in the Central Park.

**Упражнение 5.** Воспроизведите диалоги:

**MUSIC**

Benjamin: Samantha, do you like music?  
 Samantha: Yes, I love it. Why do you ask?  
 Benjamin: My brother gave me two tickets to the concert, so I'm looking for someone to accompany me.  
 Samantha: Sure. I'd love to come. What type of concert is it? Is it pop, rock, classical or what?  
 Benjamin: It's a pop concert, where several singers perform.  
 Samantha: Ok. I'm not a fan of pop, but I'll go with you.  
 Benjamin: Which music do you like?  
 Samantha: I really like jazz and blues. However, I sometimes listen to rock or classical music. I guess it depends on my mood. But I definitely like music of good quality.

**ART**

Dina: Hello Adam. How about going to the city museum? I've never been there, but my mum says this place is worth visiting.  
 Adam: Sounds good. I'm all for it! Let's visit the museum. I've also never been there.  
 Dina: Are you a fan of art? There is also an art gallery on the second floor.  
 Adam: I like contemporary art of young and yet infamous artists, but there are some world-famous artists whose work I respect. For example, Salvador Dali, Pablo Picasso, Claude Monet, etc.  
 Dina: I see. You are lucky, then. The city museum has several exhibition halls which feature classic art and modern compositions.  
 Adam: Great! We should definitely go there. And who is your favourite artist?  
 Dina: Most of all I like the art works of Ivan Aivazovsky, but they are kept either in Tretyakov Gallery or in Pushkin Museum of Fine Arts.

**Упражнение 6.** Воспроизведите диалоги:

**Dialogue 1**

<b>1st Person</b>	Does this bus go to the station?
<b>2nd Person</b>	No, you'll have to get off at the bank and take a 192.
<b>1st Person</b>	Can you tell me where to get off?
<b>2nd Person</b>	It's the next stop, but one.

### Dialogue 2

<b>1st Person</b>	Is this the right bus for the Town Hall?
<b>2nd Person</b>	No, you should've caught a 12. Jump out at the bridge and get one there.
<b>1st Person</b>	Could you tell me when we get there?
<b>2nd Person</b>	It's three stops after this one.

### Dialogue 3

<b>1st Person</b>	The American Embassy, please. I have to be there by 11.10.
<b>2nd Person</b>	I can't promise but I'll do my best.
<b>1st Person</b>	You're just in time £6.30, please.
<b>2nd Person</b>	Thanks a lot. Here's £7. You can keep the change.

**Упражнение 7.** Работа в парах. Задайте вопросы товарищу. Пусть он ответит на них:

- What is your favourite kind of transport? Why?
- How often do you use public transport?
- How do you get to University?
- How long does it take?
- Do you / your parents have a car? Is it convenient to have a car?
- When do you use a taxi?
- What do you think of our city transport? Why?
- Do you feel safe when you use public transport?
- How could the city transport be improved?

**Упражнение 8.** Заполните пропуски и воспроизведите диалоги:

the way to the station can you tell me five minutes' walk is it far miss it no distance at all quite all right take a bus the traffic lights too far
---

### Dialogue 1

<b>1st Person</b>	Excuse me. _____ where South Street is, please?
<b>2nd Person</b>	Take the second on the left and then ask again.
<b>1st Person</b>	_____?
<b>2nd Person</b>	No, it's only about _____.
<b>1st Person</b>	Many thanks.
<b>2nd Person</b>	Not at all.

### Dialogue 2

<b>1st Person</b>	Excuse me, please. Could you tell me _____?
<b>2nd Person</b>	Turn round and turn left at _____.
<b>1st Person</b>	Will it take me long to get there?
<b>2nd Person</b>	No, it's _____.

<b>1st Person</b>	Thank you.
<b>2nd Person</b>	That's OK.

### Dialogue 3

<b>1st Person</b>	Excuse me, but I'm trying to find the Town Hall.
<b>2nd Person</b>	Take the third on the right and go straight on.
<b>1st Person</b>	Should I _____?
<b>2nd Person</b>	No, you can walk it in under five minutes.
<b>1st Person</b>	Thank you very much indeed.
<b>2nd Person</b>	That's _____.

### Dialogue 4

<b>1st Person</b>	First right, second left. You can't _____.
<b>2nd Person</b>	Is it _____ to walk?
<b>1st Person</b>	No, it's only a couple of hundred meters.
<b>2nd Person</b>	Thanks very much.
<b>1st Person</b>	It's a pleasure.
<b>2nd Person</b>	Yes, we'll do that for you.

## Упражнение 9. Воспроизведите диалоги:

### Dialogue 1

A Man	I want to fly to Geneva on or about the first.
A Woman	I'll just see what there is.
A Man	I want to go economy and I'd prefer the morning.
A Woman	Lufthansa Flight LH 203 leaves at 9.20.
A Man	What time do I have to be there?
A Woman	The coach leaves for the airport at 8.15.

### Dialogue 2

A Man	I'd like to book a flight to Munich for Monday the tenth.
A Woman	I'll have a look in the timetable for you.
A Man	I'll need an economy class open return.
A Woman	KLM have got a DC9 leaving at 9.25.
A Man	What else ought I to know?

A Woman	The latest time of reporting is 8.35 at the airport.
---------	--

### Dialogue 3

A Man	Are there any planes to Zurich on Sunday?
A Woman	If you excuse me for a second, I'll check.
A Man	By the way, I don't want a night flight.
A Woman	There's a plane at 9.20.
A Man	When am I supposed to check in?
A Woman	You must be at the airport before 8.35.

**Упражнение 10.** Вы услышите диалог. Определите, какие из приведённых утверждений **A–G** соответствуют содержанию текста (**1 – True**), какие не соответствуют (**2 – False**) и о чём в тексте не сказано, то есть на основании текста нельзя дать ни положительного, ни отрицательного ответа (**3 – Not stated**). Занесите номер выбранного Вами варианта ответа в таблицу. Вы услышите запись дважды. <https://en-ege.sdangia.ru/files/4924.mp3>

- A) Alice is going shopping for carbonated water.
- B) The choice of shopping is limited by Alice's decision to cycle.
- C) They need more soap and toothpaste.
- D) Alice is inexperienced in making electrical repairs.
- E) The only way to travel at that time was by bicycle.
- F) Dad believes even slow moving traffic is dangerous.
- G) Alice's brother Michael also rides a bike.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

A	B	C	D	E	F	G

**Упражнение 11.** Вы услышите диалог. Определите, какие из приведённых утверждений **A–G** соответствуют содержанию текста (**1 – True**), какие не соответствуют (**2 – False**) и о чём в тексте не сказано, то есть на основании текста нельзя дать ни положительного, ни отрицательного ответа (**3 – Not stated**). Занесите номер выбранного Вами варианта ответа в таблицу. Вы услышите запись дважды. <https://en-ege.sdangia.ru/files/23402.mp3>

- A. It's difficult for both Bill and Cindy to get up early.
- B. Cindy expected to have earned more money than she got.
- C. Cindy's old camera had to be repaired several times.
- D. Cindy is an enthusiastic photographer.
- E. Cindy is going to buy a toy for her younger sister.
- F. Bill hopes his savings will be enough to pay for college tuition.
- G. Cindy and Bill have never been to the coffee house on Main Street.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

A	B	C	D	E	F	G

**Упражнение 12.** Вы услышите диалог. Определите, какие из приведённых утверждений **A–G** соответствуют содержанию текста (**1 – True**), какие не соответствуют (**2 – False**) и о чём в тексте не сказано, то есть на основании текста нельзя дать ни положительного, ни отрицательного ответа (**3 – Not stated**). Занесите номер выбранного Вами варианта ответа в таблицу. Вы услышите запись дважды. <https://en-ege.sdangia.ru/files/12382.mp3>

- A) Mr Harris has carried out work on Mrs French’s house before.
- B) The painting and attic conversion are being done in the same house.
- C) Mr Harris tells Mrs French his phone number.
- D) Mrs French wants both of her bathrooms to be redecorated.
- E) Mrs French hasn’t decided what work needs to be done to her garage yet.
- F) It will take Mr Harris two weeks to do all the work that Mrs French needs done.
- G) Mrs French wants her husband to be at home when Mr Harris comes.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

A	B	C	D	E	F	G

### The Future Indefinite Tense Form. Придаточные времени и условия.

#### THE FUTURE INDEFINITE TENSE FORM

**Упражнение 1.** Образуйте специальный вопрос к предложению

- Nina will be at school in 10 minutes (Where)
- The competition will start tomorrow (When)
- Ben will buy a new bicycle (What)
- Sam will come soon (Who)
- We will go to the cinema at 6 o’clock (What time)
- They will fly to Australia next week (Where)

**Упражнение 2.** Поставьте глаголы в скобках в простом будущем времени

- I think he (to be) glad to see you
- I think this party (to be) very fun
- I think Mike (not to go) to school today
- I think you (to pass) the exam
- I think the weather (to be) good tomorrow
- I don’t think we (to go) for a walk today

**Упражнение 3.** Дайте краткий положительный и отрицательный ответы на заданный вопрос

- Will you go with me?
- Will we go to the zoo?
- Will Kate be in the park today?
- Will he solve this problem?
- Will you buy a new car?
- Will they go to Paris next Monday?

**Упражнение 4.** Определите в каких из предложений используется время Future simple

- Mike wants to be a doctor
- I will be a teacher
- There are many birds in the sky
- Anna will not go with you

They will go to the zoo tomorrow  
I will visit my father in 2 days

**Упражнение 5.** Переведите следующие предложения на английский язык, используя Future Indefinite Tense.

1. Не волнуйся. Я уверена, он не будет задавать тебе много вопросов.
2. Завтра воскресенье и в парке будет много народу.
3. Я думаю, он примет твоё предложение.
4. В нашем городе будет ещё один кинотеатр.
5. Может быть, они не будут обсуждать этот вопрос сейчас.
6. Недалеко от моего дома будет школа.
7. Думаю, мы когда-нибудь встретимся ещё.
8. Боюсь, вы не увидите её сегодня. Её нет дома сейчас.
9. Ты выглядишь очень усталым. Иди спать. Я сама уберу со стола и вымою посуду.
10. Летние каникулы начнутся в конце июня.
11. Вероятно, я поеду в Англию на несколько лет.
12. У него будет много работы на следующей неделе.
13. Я не могу перевести это предложение. – Сейчас я объясню тебе, как это сделать.
14. Когда у нас будут уроки английского языка?
15. Когда-нибудь я заработаю много денег и буду путешествовать по всему миру.
16. Думаю, вам понравится моя новая квартира.
17. У меня ужасно болит голова. – В самом деле? Сейчас я принесу тебе аспирин.
18. Уверен, она извинится перед ним. Она не хотела его обидеть.
19. Мы будем помнить об этом всю нашу жизнь.
20. Боюсь, вам не понравится то, что я скажу.

### ПРИДАТОЧНЫЕ ВРЕМЕНИ И УСЛОВИЯ

**Упражнение 1.** Придаточные времени и условия. Поставьте глагол в нужную видовременную форму:

- a) I'll be ready as soon as you \_\_\_\_\_ (be).
- b) We'll stay here till she \_\_\_\_\_ (return).
- c) When I \_\_\_\_\_ (to see) you tomorrow, I \_\_\_\_\_ (show) you my new book.
- d) I'm sorry but you need to stay in the office until you \_\_\_\_\_ (to finish) your work.
- e) Before we \_\_\_\_\_ (to start) our lesson, we \_\_\_\_\_ (to have) a review.
- f) We \_\_\_\_\_ (to wait) in the shelter until the bus \_\_\_\_\_ (to come).
- g) When you \_\_\_\_\_ (to get) off the train, I \_\_\_\_\_ (to wait) for you by the ticket machine.
- h) Please, call us when you \_\_\_\_\_ (arrive).
- i) I'll call you, when the plane \_\_\_\_\_ (land).
- j) I'll tell you when the party \_\_\_\_\_ (start).
- k) He will wait for you until you \_\_\_\_\_ (be) back.
- l) We're going on holiday, I \_\_\_\_\_ (tell) you about it when we \_\_\_\_\_ (come) back.
- m) I \_\_\_\_\_ (play) tennis tomorrow if the weather \_\_\_\_\_ (stay) warm.
- n) They \_\_\_\_\_ (clean) the house after the party \_\_\_\_\_ (finish).
- o) Please let me know, when you \_\_\_\_\_ (find) it out.
- p) \_\_\_\_\_ (you, miss) me, while I \_\_\_\_\_ (be) away?
- q) Joe looks different now. When you next \_\_\_\_\_ (see) him, you \_\_\_\_\_ (not, recognize) him.
- r) I need to get to the bank before they \_\_\_\_\_ (close).

**Упражнение 2.** В следующих предложениях надо раскрыть скобки и поставить глаголы в нужном времени. Переведите предложения.

1. Before John (to start) for London he (to come) to my place to say good-bye.

2. You (to invite) Tom to our party when you (to see) him?
3. Your granny (to be amazed) when you (to see) the view.
4. I (to catch) the train if I (to take) a taxi?
5. You (not to go) until I (to know) the truth.
6. You (to phone) me as soon as you arrive in London?
7. If Ann (to look after) the luggage, I (to buy) the tickets.
8. What he (to do) if he (to fail) his exam?
9. You (to have) a bicycle of your own when you (to be) older.
10. If a beggar (to ask) you for money, you (to give) him any?
11. What you (to do) when you (to graduate from) your University?
12. Let's go to the cafe when the concert (to be over).
13. I hope we (to see) before you (to leave).
14. You (to forgive) Tom if he (to apologize) to you?
15. Stay at home until your husband (to return). Give him the note as soon as he (to come).
16. What you (to do) if you (to want; to hire) a taxi?
17. If I (to meet) Mary today I (to speak) to her.
18. The child (not to improve) unless his elder brother (to set) him a good example.
19. You (must; to help) him if he (to be) in trouble.
20. Henry (to be busy) when we (to return) home?
21. I (not to go) to the party unless you (to come) with me.
22. You (can; to play) the piano if you (to like).
23. The boy (to complain) if I (to punish) him?
24. Don't get off the bus until it (to stop).
25. You (can; to do) this work If he (to fail) you?
26. I (not to express) an opinion until I (to know) the facts.
27. If he (to make) another attempt, he (to succeed)?
28. The river (not to begin; to rise) until some rain (to fall).
29. I (to write) to you when I (to leave) England.
30. As soon as Henry (to spend) that money, he (to try; to borrow) some more.
31. We (to go) to the country tomorrow if the weather (to be) fine?
32. The train (not can; to move) until the snow (to fall).
33. If you (to take) more interest in the language you (to succeed).
34. Don't leave the house until you (to wash) your face.
35. What you (to do) if your children (to behave) badly?
36. When John (to grow) a beard, even his closest friends (not to recognize) him.
37. You (to go) with us to the Zoo tomorrow if you (to be) a good boy.
38. You (to help) me if I (to need) you?
39. If you (to leave) the letter on the table, my sister (to post) it for you.
40. What you (to do) if you (not to share) your companion's opinion?

### **Устная речь "My Future Profession"**

**Упражнение 1.** Вы услышите 6 высказываний. Установите соответствие между высказываниями каждого говорящего A–F и утверждениями, данными в списке 1–7. Используйте каждое утверждение, обозначенное соответствующей цифрой, только один раз. В задании есть одно лишнее утверждение. Вы услышите запись дважды <https://en-ege.sdamgia.ru/files/4915.mp3>

1. The speaker was glad when she/he was given more serious work to do.
2. The speaker learned nothing important at work.
3. The speaker did not want to take any responsibility.
4. The speaker didn't mind doing a lot of things during work practice.
5. The speaker wants to do the same kind of work in the future.
6. The speaker has a different idea of the profession after completing the practice.

7. The speaker felt rather nervous before starting work.

Говорящий	A	B	C	D	E	F
Утверждение						

**Упражнение 2.** Вы услышите 6 высказываний. Установите соответствие между высказываниями каждого говорящего A–F и утверждениями, данными в списке 1–7. Используйте каждое утверждение, обозначенное соответствующей цифрой, только один раз. В задании есть одно лишнее утверждение. Вы услышите запись дважды <https://en-ege.sdamgia.ru/files/4957.mp3>

1. I feel unhappy because I can't change public attitude to our planet.
2. I would like to see new energy saving laws introduced.
3. I am afraid of the after-effects of human activities.
4. I am sure that wise attitude to basic earth supplies is necessary.
5. I do not want my family to live in polluted environment.
6. I am for the use of energy saving practices in house construction.
7. I find many simple ways to help our planet in everyday life.

Говорящий	A	B	C	D	E	F
Утверждение						

**Упражнение 3.** Вы услышите 6 высказываний. Установите соответствие между высказываниями каждого говорящего A–F и утверждениями, данными в списке 1–7. Используйте каждое утверждение, обозначенное соответствующей цифрой, только один раз. В задании есть одно лишнее утверждение. Вы услышите запись дважды <https://en-ege.sdamgia.ru/files/4960.mp3>

1. I would not return to using chemical cleaners that are bad for my family.
2. I find recycling necessary to keep our planet clean.
3. I would like people to care more about our planet water resources.
4. I am sure our clean and safe future is worth new green habits today.
5. I am concerned about the long-term effects of pollution in big cities.
6. I am trying to stop people from polluting the air.
7. I want people stop and think about the way we treat waste.

Говорящий	A	B	C	D	E	F
Утверждение						

**Упражнение 4.** Вы услышите 6 высказываний. Установите соответствие между высказываниями каждого говорящего A–F и утверждениями, данными в списке 1–7. Используйте каждое утверждение, обозначенное соответствующей цифрой, только один раз. В задании есть одно лишнее утверждение. Вы услышите запись дважды <https://en-ege.sdamgia.ru/files/4966.mp3>

1. Clear instructions at work are very important.
2. Personal discussions in the office can distract from work.
3. It is important to think about gender differences in office work.
4. Employees' health must be the top priority for office managers.
5. Positive atmosphere is important at work.
6. Effective communication is important for both employers and employees.
7. Team spirit is a key to success both for the office and its employees.

Говорящий	A	B	C	D	E	F
Утверждение						

**Упражнение 5.** Вы услышите 6 высказываний. Установите соответствие между высказываниями каждого говорящего А–F и утверждениями, данными в списке 1–7. Используйте каждое утверждение, обозначенное соответствующей цифрой, только один раз. В задании есть одно лишнее утверждение. Вы услышите запись дважды <https://en-ege.sdamgia.ru/files/4948.mp3>

1. The speaker has some time to herself / himself at work.
2. The speaker hasn't given up the job because she / he likes dealing with customers.
3. There is a growing need for the speaker's services.
4. Although the job is boring the speaker does it because it is wellpaid.
5. The speaker enjoys her / his job although she / he doesn't make good money.
6. The speaker agrees to do any job because she / he needs money badly.
7. The speaker likes the environment and the fact that she / he doesn't have to work too quickly.

Говорящий	A	B	C	D	E	F
Утверждение						

**Упражнение 6.** Прочитайте и переведите текст:

### UNIVERSITY BACKGROUND

The history of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev» lasts more than sixty years. On May, 18th 1949 the Council of Ministers of the USSR accepted the solution to found the Agricultural Institute in Ryazan. On May, 30th 1949 Ryazan Agricultural the Institute was named after Pavel Andreevich Kostychev by the resolution of the Ministry of Higher Education.

In 1949 Ryazan Agricultural Institute Named after Professor P.A. Kostychev set about studying the first students on specialties «Agronomy» and «Zootechnics».

In 1995 the institute got the status of Ryazan State Agricultural Academy Named after Professor P.A. Kostychev for the merits in personnel training and faculty's great contribution to science and industry. In 2007 the academy got the status of the university. Let them say that 60 years is not an age for the institution, but not everyone can promote from the institute to the university for such a period of time!

Having passed a great way of formation and developing the University has turned to be one of the biggest agrarian universities of the Russian Federation. Today FSBEI HE «Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev» is a multi-field institution that has got a license and a state accreditation. It is a big educational and scientific center.

The university is a teaching, research and production complex with 6 faculties, 23 departments, an institute for advanced training, an educational and methodological center, an academy of beekeeping and modern biotechnologies, and a school for raising the qualifications of managers and horse breeding specialists. The university prepares students in 16 Bachelor's degree programs, 2 programs for specialists, 8 Master's degree programs, 6 specialties of Secondary Professional Education and 5 programs for postgraduate students.

Today the University uses computers and different information technologies in the training process. It presupposes the practical study and integration of educational process and science. The institution has been among the first in Russia to start the target specialists training under contract with the Ministry of Agriculture and Food of Ryazan oblast and the Government of Ryazan oblast.

The University has a modern material and technical base, which includes 4 educational buildings; 5 comfortable hostels; a Student Palace of Culture; a library; a health center; canteens; sports camp "Laskovo"; a sports complex, including a stadium and 10 gyms.

The University prepares the personnel for enterprises of the agro-industrial complex and other branches of industry as well as for the city enterprises connected with production, processing and realization of food, building, road transport, planning and accountability, social work.

Due to a wide range of specialties all the graduates of the University get a good job and do not regret about choosing their professions.

Our University has rich and wonderful traditions that many generations of students treasure and increase. During its activity the University has prepared more than 40 thousand specialists including engineers (mechanic engineers, electrical engineers, automotive engineers and others), accountants, economists, merchandizers, ecologists, agronomists, technologists, zoo-engineers, veterinarians and others.

**Упражнение 7.** Прочитайте и переведите текст:

***What kind of job do you want to have in the future?***

Choosing a profession is one of the most important decisions that influences all our life. It's like choosing a wife or a husband, choosing friends to rely on.

There are many reasons for choosing this or that profession. Nowadays everybody is interested in money. In our materialistic world, people try to find a well-paid job and these jobs are mostly connected with business, politics and banking. Jobs connected with education, science and art are not very popular among young people.

Another reason is our parents and what they do for a living. Many young people follow in their parents' steps. Peer pressure can also be important. Some teenagers who are cinema fans can get under the influence of some film stereotypes and go in for dancing or singing to become a celebrity.

I think the most important thing is to follow your heart. It means young people should understand what they are really good at and where their great passion is. Usually a person has a talent in this or that area: science, art, doing something with their hands or sympathizing with people who are in need. We all have talents. If we do what we love we get more satisfaction from our work, can easily work long hours and surely can achieve better results. If not, soon we will feel bored and uninterested.

Sometimes young people feel frustrated as they can't understand what they want. My parents say that we shouldn't be afraid of trying things out. And if we have made the wrong choice, we can always start again and look for a new job.

I also think that we should know more about different jobs. If you want to be a barista, then be ready to stand long hours on your feet and get on with different people even those who are rude. No doubt, sometimes you will have to work under stress. On the other hand, it's a wonderful place to make friends and have a part-time job when you study at a university. It's a good choice for people who are outgoing, communicative, cheerful, diplomatic and love people. If you are serious, determined, intelligent, hardworking, persistent and creative, why not set up your own business?

What about me? I am still in two minds about what to do after school. On the one hand I am interested in getting a well-paid job with a chance of promotion. Of course, I want to work with friendly colleagues and get on well with the boss. I don't mind having a good pension when I am retired. On the other hand, I would like something challenging and adventurous. I can't stand a monotonous nine-to-five job in an office. I like to explore new places and meet new people. I also enjoy reading and sharing information. Nobody will call me indifferent. I am thinking about being a travel agent or a journalist. To be honest, I am afraid that I don't meet all the job requirements. I am responsible but a little absent-minded, I have a quick mind but I am not very patient, I am computer literate but I don't have a good command of English. I know that I should get necessary qualifications and that's why I am going to enter a university and major in either tourism or journalism.

**Упражнение 8.** Приготовьте список причин (5-10), обусловивших выбор Вами профессии. Оформите их в виде словосочетаний.

**Упражнение 9.** Подготовьте рассказ о выбранной Вами профессии (10-15 предложений).

### Модальные глаголы

**Упражнение 1.** Вставьте модальные глаголы *may* или *can*.

1. ... I come in? 2. Let me look at your exercises. I ... be able to help you. 3. I ... not swim, because until this year the doctor did not allow me to be more than two minutes in the water. But this year he says I ... stay in for fifteen minutes if I like, so I am going to learn to swim. 4. Libraries are quite free, and anyone who likes ... get books there. 5. I ... come and see you tomorrow if I have time. 6. Take your raincoat with you: it ... rain today. 7. Do you think you ... do that? 8. I ... finish the work tomorrow if no one bothers me anymore. 9. ... we come and see you next Sunday at three o'clock in the afternoon? 10. What time is it? — It ... be about six o'clock, but I am not sure. 11. Only a person who knows the language very well ... answer such a question.

**Упражнение 2.** Вставьте модальные глаголы *may* (*might*) или *can* (*could*).

1. ... you help me? 2. I ... not imagine her speaking in public: I knew that she was so shy. 3. Something was wrong with the car: he ... not start it. 4. — A fool ... ask more questions than a wise man ... answer. 5. She asked me if she ... use my telephone. 6. ... I use your pen? 7. ... I find a pen on that table? 8. You ... read this book: you know the language well enough. 9. You ... take this book: I don't need it. 10. ... I help you? 11. ... I ask you to help me? 12. The school was silent: nothing ... be heard in the long dark corridors. 13. Waiting ... be endless, you know. 14. ... you tell me the nearest way to the city museum? 15. They ... think that I am too weak to take part in the excursion, but I am strong enough to do any kind of hard work, indeed. 16. He knew this period of history very well: he had read everything on the subject he ... find in the rich university library.

**Упражнение 3.** Переведите на английский язык, употребляя модальные глаголы *must*, *may* или *can*.

1. Можно мне взять вашу книгу? 2. На уроке английского языка вы должны говорить только по-английски. 3. Мы должны сегодня сдать тетради? 4. Можно мне задать вам вопрос? — Пожалуйста. 5. Я не могу пойти с вами в кино, так как я очень занят. 6. Можно здесь курить? — Пожалуйста. 7. Он сейчас должен быть в своем кабинете. Вы можете поговорить с ним. 8. Можно войти? — Пожалуйста. 9. Вы должны прочитать этот текст. 10. Может ли он выполнить это задание? 11. Я должен сегодня поговорить со своим другом. 12. Мы должны заплатить за электричество к концу месяца. 13. Эта женщина — прекрасный водитель. Она может водить даже автобус. 14. Можно мне бутерброд с тунцом и чашечку кофе?

**Упражнение 4.** Вставьте модальные глаголы *to have to* или *to be to*.

1. Where ... the lecture to take place? — I suppose in the assembly hall. 2. So, our plan is as follows: I ... to go to the library and bring the books. You ... to look through all the material here. Later we ... to work together. 3. "You ... to do it alone, without anybody's help," she said sternly. 4. I ... to help my friends with this work now, so I cannot go with you. 5. It was raining hard and we ... to wait until it stopped raining. 6. I ... to ask him about it tomorrow, as today he has already gone. 7. Why didn't you tell me that I ... to buy the books? 8. According to the order of the schoolmistress all the pupils ... to return the library books before the twenty-third of May. 9. As we had agreed before, we ... to meet at two o'clock to go to the stadium together. But Mike did not come. I waited for another half hour, but then I ... to leave as I was afraid to be late. 10. The meeting ... to begin at five o'clock. Don't be late. 11. She ... to send a telegram because it was too late to send a letter. 12. They decided that she ... to send them a telegram every tenth day. 13. You ... to learn all the new words for the next lesson. 14. Do you know this man? He ... to be our new teacher of history. 15. Who ... to go to the library to get the new books? — I was, but I couldn't because I ... to finish some work at the language laboratory. 16. It is raining. You ... to put on your raincoat. 17. "The patient ...

to stay in bed for a few days," ordered the doctor. 18. The child had stomach trouble and ... to take castor oil. 19. I told her she ... to open the window for a while every day. 20. The agreement was that if Johnny White could not repay the money he had borrowed, then Luke Flint ... to have the right

**Упражнение 5.** Вставьте модальные глаголы may, must или need.

1. ... I take this book for a little while? — I am sorry, but I ... return it to the library at once. 2. Alec ... practise this sound specially, but the other pupils ... not: they all pronounce it properly. 3. They ... come any time they like between ten and twelve in the morning, but they ... not come if they don't want to. 4. ... I go there right now? — Yes, you ... . 5. ... we hand in our compositions tomorrow? — No, you ... not, you ... hand them in after Sunday. 6. ... John really do this today? — No, he ... not, he ... do it tomorrow if he likes. 7. You ... not let this cup fall: it ... break. 8. ... I help you with your coat? 9. You ... park your car only in your own space in the back of the building. 10. You ... have cancelled your trip to Canada. But you have always wanted to visit the largest French city Montreal and see your friend Nina.

**Упражнение 6.** Вставьте модальные глаголы can, may, must или need.

1. Peter ... return the book to the library. We all want to read it. 2. Why ... not you understand it? It is so easy. 3. ... we do the exercise at once? — Yes, you ... do it at once. 4. ... you pronounce this sound? 5. You ... not have bought this meat: we have everything for dinner. 6.1... not go out today: it is too cold. 7. ... I take your pen? — Yes, please. 8. We ... not carry the bookcase upstairs: it is too heavy. 9. We ... not carry the bookcase upstairs ourselves: the workers will come and do it. 10. When ... you come to see us? — I ... come only on Sunday. 11. Shall I write a letter to him? — No, you ... not, it is not necessary. 12. ... you cut something without a knife? 13. Everything is clear and you ... not go into details now. 14. He ... not drink alcohol when he drives. 15. Don't worry! I ... change a light bulb. 16. By the end of the week I ... have finished writing my book. 17. She ... not call the doctor again unless she feels worse.

**Упражнение 7.** Переведите на английский язык, употребляя модальный глагол must.

1. Должно быть, он знает несколько иностранных языков. 2. Должно быть, он сейчас работает над своим новым романом. 3. Наверное, они сейчас наслаждаются прекрасной погодой. 4. Наверное, она пытается найти старые письма. 5. Вероятно, они сейчас любят красоту южной природы. 6. Вероятно, он уже вернулся с юга. 7. Наверное, она потеряла мой адрес. 8. Должно быть, они уже закончили свою работу. 9. Вероятно, он все рассказал на суде. 10. Должно быть, она все приготовила заранее. 11. Должно быть, он еще здесь. 12. Должно быть, они только что пришли. 13. По-видимому, он унес бумаги с собой. 14. Очевидно, здесь уже кто-то был. 15. Вероятно, они над ним смеются. 16. Должно быть, они тогда жили здесь. 17. Должно быть, идет дождь. 18. Вероятно, это здесь.

**Упражнение 8.** Заполните пропуски глаголами must, mustn't, don't have to, should, shouldn't, might, can, can't:

- Rose and Ted \_\_\_\_\_ be good players. They have won hundreds of cups!
- You \_\_\_\_\_ pay to use the library. It's free.
- I'm not sure where my wife is at the moment. She \_\_\_\_\_ be at her dance class.
- Jerry \_\_\_\_\_ be working today. He never works on Sundays.
- You \_\_\_\_\_ be 18 to see that film.
- You \_\_\_\_\_ hear this story. It's very funny.
- Dad \_\_\_\_\_ go and see a doctor. His cough is getting worse all the time.
- You don't have to shout. I \_\_\_\_\_ hear you very well.
- It \_\_\_\_\_ be him. I saw him a week ago, and he didn't look like that.
- You look pretty tired. I think you \_\_\_\_\_ go to bed early tonight.
- Let me look. I \_\_\_\_\_ be able to help you.
- "Children, you \_\_\_\_\_ cross the street if the lights are red!"

13. You \_\_\_\_\_ sit so near the TV. It's bad for your eyes.
14. I'm sorry but I \_\_\_\_\_ give you a lift because my car is broken.
15. I \_\_\_\_\_ stop and talk to you now. I have to get to the library.
16. You really \_\_\_\_\_ go to the Louvre if you're in Paris. It's wonderful.
17. You \_\_\_\_\_ come to the party if you don't feel well. 18. I don't know where Kelly is. She \_\_\_\_\_ be at her sister's.
19. You have passed all your tests. You \_\_\_\_\_ be very pleased with yourself.
20. You \_\_\_\_\_ smoke in your car, especially if there are children sitting in the back.
21. You \_\_\_\_\_ work this evening. I can do the tasks for you.
22. John doesn't need a calculator. He \_\_\_\_\_ do sums in his head.
23. Passengers \_\_\_\_\_ open the door when the train is moving.
24. It \_\_\_\_\_ rain today. It's getting cloudy already.
25. I \_\_\_\_\_ pay for the tickets because I got them from Sam for free/

**Упражнение 9.** Заполните пропуски глаголами can – can't - could – couldn't - didn't need to - must – mustn't - needn't:

1. You've got plenty of time. You \_\_\_\_\_ hurry.
2. There's a knock at the door. I'm expecting Paul. It \_\_\_\_\_ be him.
3. I can't get my phone to work. It \_\_\_\_\_ be out of order
4. \_\_\_\_\_ I ask you a question?
5. That was excellent work. But I \_\_\_\_\_ do it without you.
6. She \_\_\_\_\_ be 35. She looks older than that.
7. I \_\_\_\_\_ go to work on Saturdays. It's my day off.
8. Tom has given me a letter to post. I \_\_\_\_\_ forget to post it.
9. Ann stayed in bed this morning because she \_\_\_\_\_ go to work.
10. He \_\_\_\_\_ play chess when he was young.
11. You \_\_\_\_\_ drive a car when you're 18.
12. Jack spends the whole day just walking around. He \_\_\_\_\_ have a job.
13. When I was in school I \_\_\_\_\_ do a hand stand, but now I'm too old. I \_\_\_\_\_ do one any more.
14. My mother keeps telling me that we \_\_\_\_\_ wash our hands before we sit down at the dinner table.
15. You \_\_\_\_\_ forget to turn off the lights when you go to bed.
16. When I was a child I \_\_\_\_\_ understand adults, now that I'm an adult I \_\_\_\_\_ understand children.
17. Sally looks sad and worried. She \_\_\_\_\_ have a problem with something.
18. \_\_\_\_\_ I see your passport please.
19. He sees very badly, so he \_\_\_\_\_ wear glasses all the time.
20. I \_\_\_\_\_ take a taxi because the bus was on time.
21. He owns a very expensive house. He \_\_\_\_\_ be a rich person.
22. I \_\_\_\_\_ swim well when I was a child. I even won the school championships.
23. You \_\_\_\_\_ go to the grocery store. We have some milk in the fridge.
24. I \_\_\_\_\_ find my keys. I probably left them at my mother's place.
25. You \_\_\_\_\_ buy the tickets. I got two for free from dad.
26. She \_\_\_\_\_ speak so rudely to her parents.
27. The teacher always tells us we \_\_\_\_\_ cheat during a test.
28. I \_\_\_\_\_ stop laughing. The joke was so funny.
29. I \_\_\_\_\_ look at you. You're so dirty. What were you up to?
30. \_\_\_\_\_ you turn down the volume? – It's too loud.

**Упражнение 1.** Прочитайте диалоги. Найдите случаи употребления различных грамматических явлений и дайте им объяснения:

**A**

A: *Hi there, can I help you with anything?*  
B: *Yes, please, I'm looking for a T-shirt.*  
A: *What size are you?*  
B: *I'm a medium.*  
A: *What colour would you like?*  
B: *Maybe a blue or green one.*  
A: *Here you are. How about these?*  
B: *Thank you. Can I try them on anywhere?*  
A: *Certainly, the changing room is over there.*  
B: *Thank you.*  
A: *How do they fit?*  
B: *They're both fantastic. I really like them.*  
A: *Yes, the blue looks nice on you, it really brings out your eye colour.*  
B: *Thank you. I'll buy both of them!*  
A: *Great! Please go to the tills, and pay over there.*  
B: *Alright, thank you for your help.*  
C: *Who's next please!*  
B: *Hi there, I'd like to buy these please.*  
C: *OK, how would you like to pay?*  
B: *Do you take credit cards?*  
C: *Yes, we do.*  
B: *Okay, here's my credit card.*  
C: *Enter your pin number into the machine please.*  
B: *Okay, done.*  
C: *Thank you. Shall I put your receipt in the bag?*  
B: *Yes, please.*  
C: *Here you go. Have a nice day!*  
B: *Thank you, goodbye!*

**B**

A: *Are you next in the queue sir?*  
B: *Yes, I'd like to buy this watch as a gift for my wife please.*  
A: *Okay, would you like me to gift wrap it for you?*  
B: *Yes, please, that would be great!*  
A: *Are you sure this is the right size for your wife?*  
B: *I'm not sure, it's just a guess!*  
A: *I can print a gift receipt so she doesn't see the price, but can bring it back to change the size if she needs to. Would you like me to do that?*  
B: *Yes, please, that would be amazing!*  
A: *Okay, that'll be sixty-five dollars and ninety-five cents for the watch please.*  
B: *Can I pay by cheque please?*  
A: *No, I'm afraid we don't accept cheques.*  
B: *Okay no problem, I'll pay by debit card then.*  
A: *Please insert your card into the machine, and then enter your PIN.*  
B: *Okay, done.*  
A: *Would you like me to put the gift receipt in the box with the watch?*  
B: *Yes, please, that'll be perfect.*  
A: *Here you go sir. Enjoy the rest of your day.*  
B: *Thank you very much!*

**Упражнение 2.** Прочитайте диалоги. Найдите случаи употребления различных грамматических явлений и дайте им объяснения:

**A**

**Travel Agent:** *Good afternoon madam, how can I help you today?*

**Customer:** *Good afternoon, I would like to **book a trip** to Italy for 2 people and a 6 year old child please.*

**TA:** *Is there anywhere in particular you would like to go?*

**C:** *I can't decide between Venice or Rome, whichever is cheaper as we're on a **budget** this year!*

**TA:** *Okay, and when would you like to go?*

**C:** *We have two weeks of **holiday** between 18<sup>th</sup> June and 2<sup>nd</sup> July, and we'd like to go for at least 10 days during that period.*

**TA:** *No problem, I'll just check to see which **destination** would be cheaper... We have a special **promotion** on at the moment, if you **book a package deal** to Venice, you get **free transfer** to and from your hotel to the airport, plus one free meal each day. Would you be interested in that?*

**C:** *Yes, that sounds great!*

**TA:** *And would you like **full-board** or **half-board**?*

**C:** *Well, seeing as we will get one free meal each anyway, I think **self-catering** would be better. I'll have a little bit of extra money to **splash out** in a nice restaurant somewhere!*

**TA:** *Okay, that's fine. We have a **hotel** that offers **self-catering facilities** and is right in the centre of Rome. They also have special facilities for children such as meal deals, extra beds, a play area in the lobby and a crèche.*

**C:** *Perfect! I won't need to spend too much money on **transport** and our son will surely have fun too!*

**TA:** *Exactly. Your outbound flight will be on the 19<sup>th</sup> June, departing from London Gatwick Airport at 11:30am, and your return flight will be on the 30<sup>th</sup> June at 10:30pm. That gives you 11 and a half days in Rome, does that suit you?*

**C:** *Yes, that's excellent, and we'll still have a couple of days to recover before going back to work! How much will that be?*

**TA:** *Well, the **promotion** is £200 per adult, and your child can go for free because he is under 8 years old. That includes the **return flights, accommodation** for 11 nights, **airport transfer** and a **complimentary** meal each per day. Shall we go ahead and **book it**?*

**C:** *Wow, that is a fabulous deal! Yes, please.*

**TA:** *Okay. How would you like to pay?*

**C:** ***Credit card** please. Here you go.*

**TA:** *Thank you. Could I also see your **passports** please?*

**C:** *Sure, here you go.*

**TA:** *Thank you. Here are your **tickets** and everything else you'll need to know about your **package holiday**. Remember to keep all your **travel documents** safe throughout the whole trip.*

**C:** *Thank you so much for your help!*

**TA:** *You are welcome. Enjoy the rest of your day and please contact us if you have any queries before you set off on your **holiday**!*

**B**

**A:** *Sarah, I've managed to **book the flights** and the train tickets for our **vacation** to Switzerland!*

**B:** *Wow, that's so exciting! So, are we leaving next month on the date we wanted?*

**A:** *No, we're leaving next week! The **travel agency** gave us a great **package deal** and we've saved a lot of money, but it meant changing the dates to go earlier. We don't have to work anyway, so I thought it would be nice!*

**B:** *Oh, I see! Okay, that means we'll have to start packing very soon. What will the **weather** be like?*

**A:** Well, it'll be **spring** but we're going for 3 weeks, so I would say it's safer to take clothing for hot and cold weather. We'll probably go skiing too, so let's pack our snow **gear**.

**B:** Sure. I'm going to pack a few **bikinis** too, just in case we find a small beach!

**A:** It might be easier to take our **backpacks**, as we can fit more into them.

**B:** I agree, they're a lot bigger than the **suitcases**. Have you got all our travel documents together?

**A:** I just need to print off the flight confirmation details and the train **tickets**.

**B:** Great. I'll get some dollars exchanged to Swiss franc for the first few days.

**A:** Okay, so you're in charge of getting the **currency** sorted and I'll keep all the **travel documents** together. Now, let's start packing!

### C

**Porter:** Good morning Sir, welcome to The Royal Pavilion Hotel. May I take your bags please?

**Guest:** Oh, that's very kind of you! Thank you. I am quite tired after that journey.

**P:** Please follow me this way to the **check-in** desk.

**Hotel Receptionist:** Good morning Sir, do you have a **reservation**?

**G:** Yes, I **booked** online.

**HR:** Which name was it booked in?

**G:** Mr. Graham Watts

**HR:** Yes, I have it here. Could I see the **credit card** you paid with please?

**G:** Yes, here you go.

**HR:** Thank you. Would you like an **alarm** call to wake you up?

**G:** Yes, please. If you could call me around 11am, that'd be great. I would like to rest for a few hours before my meeting.

**HR:** No problem. The **complimentary** breakfast is served until 11:30 and you can call for **room service** at any time.

**G:** I will most probably do that! Thanks.

**HR:** Your room is number 237 on the third floor and here's the key. Our **porter** will help you with your bags and show you to your room.

**G:** That's wonderful, thank you. Is there a Wi-Fi connection available in my room?

**HR:** Yes, you'll find the password in your room beside the TV. We hope you enjoy your stay with us.

**P:** Okay Mr. Watts, if you please come this way, I'll show you to your room...

- Упражнение 3.** Вы услышите репортаж дважды. Выберите правильный ответ 1, 2 или 3. <https://en-ege.sdangia.ru/files/8891.mp3>

Speaking about his background, Nigel says that...

- 1) his family was related to aviation.
- 2) he decided to become a pilot at an early age.
- 3) it took him quite long to understand that he wanted to fly.

- Упражнение 4.** Вы услышите репортаж дважды. Выберите правильный ответ 1, 2 или 3. <https://en-ege.sdangia.ru/files/8891.mp3>

At present, Nigel's main ambition is to work on ...

- 1) trans-Atlantic flights.
- 2) popular international flights.
- 3) local flights.

- Упражнение 5.** Вы услышите репортаж дважды. Выберите правильный ответ 1, 2 или 3. <https://en-ege.sdangia.ru/files/8891.mp3>

When Nigel decided to get a pilot's license, he had to ...

- 1) change many jobs.

- 2) combine work and studies.
- 3) leave school to work.

- Упражнение 6.** Вы услышите репортаж дважды. Выберите правильный ответ 1, 2 или 3. <https://en-ege.sdangia.ru/files/8891.mp3>

Nigel explains that «to get instrument rating» means to demonstrate the ability to ...

- 1) operate any type of aircraft.
- 2) use different equipment on the ground.
- 3) fly in any weather conditions.

- Упражнение 7.** Вы услышите репортаж дважды. Выберите правильный ответ 1, 2 или 3. <https://en-ege.sdangia.ru/files/8891.mp3>

Nigel can't get a job with a major airline because ...

- 1) these airlines have stopped hiring new pilots.
- 2) he doesn't have enough experience.
- 3) his pilot's license is not valid.

- Упражнение 8.** Вы услышите репортаж дважды. Выберите правильный ответ 1, 2 или 3. <https://en-ege.sdangia.ru/files/8891.mp3>

In order to achieve his aim, Nigel still needs to ...

- 1) gain more flying skills.
- 2) choose a suitable airline.
- 3) pass a medical test.

- Упражнение 9.** Вы услышите репортаж дважды. Выберите правильный ответ 1, 2 или 3. <https://en-ege.sdangia.ru/files/8891.mp3>

Before he gets enough experience, Nigel is ready to work ...

- 1) in faraway places.
- 2) for a low salary.
- 3) with many different people.

## **INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

The internal combustion engine is an engine in which the combustion of a fuel (normally a fossil fuel) occurs with an oxidizer (usually air) in a combustion chamber that is an integral part of the working fluid flow circuit. In an internal combustion engine, the expansion of the high temperature and high-pressure gases produced by combustion apply direct force to some component of the engine. This force is applied typically to pistons, turbine blades, or a nozzle. This force moves the component over a distance, transforming chemical energy into useful mechanical energy. The first commercially successful internal combustion engine was created by Étienne Lenoir. The term internal combustion engine usually refers to an engine in which combustion is intermittent, such as the more familiar four-stroke and two-stroke piston engines, along with variants, such as the six-stroke piston engine and the Wankel rotary engine. A second class of internal combustion engines use continuous combustion: gas turbines, jet engines and most rocket engines, each of which are internal combustion engines on the same principle as previously described.

## **TRANSPORT**

Transport or transportation is the movement of people, animals and goods from one location to another. Modes of transport include air, rail, road, water, cable, pipeline and space. The field can be divided into infrastructure, vehicles and operations. Transport is important because it enables trade between people, which is essential for the development of civilizations. Transport infrastructure consists of the fixed installations including roads, railways, airways, waterways, canals and pipelines and terminals such as airports, railway stations, bus stations, warehouses, trucking terminals, refueling depots (including fueling docks and fuel stations) and seaports. Terminals may be used both for interchange of passengers and cargo and for maintenance. Vehicles traveling on these networks may include automobiles, bicycles, buses, trains, trucks, people, helicopters, watercraft, spacecraft and aircraft. Operations deal with the way the vehicles are operated, and the procedures set for this purpose including financing, legalities and policies. In the transport industry, operations and ownership of infrastructure can be either public or private, depending on the country and mode. Passenger transport may be public, where operators provide scheduled services, or private. Freight transport has become focused on containerization, although bulk transport is used for large volumes of durable items. Transport plays an important part in economic growth and globalization, but most types cause air pollution and use large amounts of land. While it is heavily subsidized by governments, good planning of transport is essential to make traffic flow and restrain urban sprawl.

## **ROAD**

A road is an identifiable route, way or path between two or more places. Roads are typically smoothed, paved, or otherwise prepared to allow easy travel; though they need not be, and historically many roads were simply recognizable routes without any formal construction or maintenance. In urban areas, roads may pass through a city or village and be named as streets, serving a dual function as urban space easement and route. The most common road vehicle is the automobile; a wheeled passenger vehicle that carries its own motor. Other users of roads include buses, trucks, motorcycles, bicycles and pedestrians. As of 2002, there were 590 million automobiles worldwide. Road transport offers a complete freedom to road users to transfer the vehicle from one lane to the other and from one road to another according to the need and convenience. This flexibility of changes in location, direction, speed, and timings of travel is not available to other modes of transport. It is possible to provide door to door service only by road transport. Automobiles offer high flexibility and with low capacity, but are deemed with high energy and area use, and the main source of noise and air pollution in cities; buses allow for more efficient travel at the cost of reduced flexibility. Road transport by truck is often the initial and final stage of freight transport.

## **RUSSIAN AUTOMOTIVE INDUSTRY**

Russia's automotive industry is a significant economic sector. It directly employs 600,000 people and supports around 2–3 million people in related industries. It is politically a very important part of the country's economy: firstly, due to the large number of employed people and secondly, because many citizens depend on the social services provided by automotive companies. For example, the well-being of the giant AvtoVAZ factory in Tolyatti is massively important to the city or to the region of Samara Oblast. Tolyatti is a typical monotown, a city whose economy is dependent on a single company. The factory employs around 100,000 people of the city's population of 700,000. In 2009, former President Dmitry Medvedev launched the Medvedev modernization program, which aims to diversify Russia's raw materials and energy-dominated economy, turning it into a modern high-tech economy based on innovation. Following this, Russia's automotive industry has been in the spotlight due to its great potential for modernization. Former Prime Minister and current President Vladimir Putin has taken a personal interest in the automotive industry. In a symbolic gesture of support, Putin made a highly publicized road trip on the new Amur Highway in August 2010, driving 2,165 kilometers in a Lada Kalina Sport. Putin described the car as "excellent, even beyond my expectations", and praised it as "comfortable" and "almost noise-free." The event was intended to show support for AvtoVAZ, which was recovering from the serious economic crisis.

## **MOTOCYCLES POPULARITY**

Statistically, there is a large difference between the car-dominated developed world, and the more populous developing world where cars are less common than motorcycles. In the developed world, motorcycles are mainly a luxury good, used mostly for recreation, as a lifestyle accessory, or a symbol of personal identity, while in developing countries motorcycles are overwhelmingly utilitarian. Motorcycles are one of the most affordable forms of motorized transport and, for most of the world's population, they are the most familiar type of motor vehicle. While North America, Europe, and Japan are car-centric cultures where motorcycles are uncommon, the non-car-centric cultures of India, China, and Southeast Asia account for more than half of the world's population, and in those places two-wheelers outnumber four wheeled vehicles. About 200 million motorcycles, including mopeds, motor scooters, motorized bicycles, and other powered two and three-wheelers, are in use worldwide, or about 33 motorcycles per 1000 people. By comparison, there is about 1 billion cars in the world, or about 141 per 1000 people, with about one third in service in Japan and the United States. The four largest motorcycle markets in the world are all in Asia: China, India, Indonesia, and Vietnam. The motorcycle is also popular in Brazil's frontier towns. Amid the global economic downturn of 2008, the motorcycle market grew by 6.5%. In China, the number of motorcycles in use increased from 34 million in 2002 to 54 million in 2006, with annual production of 22 million units. Recent years have seen an increase in the popularity of motorcycles elsewhere. In the USA, registrations increased by 51% between 2000 and 2005. This is mainly attributed to increasing fuel prices and urban congestion. A Consumer Reports subscribers' survey of mainly United States motorcycle and scooter owners reported that they rode an average of only 1,000 miles (1,600 km) per year, 82% for recreation and 38% for commuting.

## **INFLATION PRESSURE**

Tires are specified by the vehicle manufacturer with a recommended inflation pressure, which permits safe operation within the specified load rating and vehicle loading. Most tires are stamped with a maximum pressure rating. For passenger vehicles and light trucks, the tires should be inflated to what the vehicle manufacturer recommends, which is usually located on a decal just inside the driver's door or in the vehicle owners' handbook. Tires should not generally be inflated to the pressure on the sidewall; this is the maximum pressure, rather than the recommended pressure. Many pressure gauges available at fuel stations have been de-calibrated by manhandling and the effect of time, and it is for this reason that vehicle owners should keep a personal pressure gauge with them to validate the correct tire pressure. Inflated tires naturally lose pressure over time. Not all tire-to-rim seals, valve-stem-to-rim seals, and valve seals themselves are perfect. Furthermore, tires are not completely impermeable to air, and so lose pressure over time naturally

due to diffusion of molecules through the rubber. Some drivers and stores inflate tires with nitrogen (typically at 95% purity), instead of atmospheric air, which is already 78% nitrogen, in an attempt to keep the tires at the proper inflation pressure longer. The effectiveness of the use of nitrogen vs. air as a means to reduce the rate of pressure loss is baseless, and has been shown to be a bogus marketing gimmick.

### **AMPHIBIOUS VEHICLE**

An amphibious vehicle (or simply amphibian), is a vehicle that is a means of transport, viable on land as well as on (or under) water. Amphibious vehicles include amphibious bicycles, ATVs, cars, buses, trucks, military vehicles, and hovercraft. Apart from the distinction in sizes two main categories of amphibious vehicle are immediately apparent: those that travel on an air-cushion (Hovercraft) and those that do not. Amongst the latter, many designs were prompted by the desire to expand the off-road capabilities of land-vehicles to an "all-terrain" ability, in some cases not only focused on creating a transport that will work on land and water, but also on intermediates like ice, snow, mud, marsh, swamp etc. This explains why many designs use tracks in addition to or instead of wheels, and in some cases even resort to articulated body configurations or other unconventional designs such as screw-propelled vehicles which use auger-like barrels which propel a vehicle through muddy terrain with a twisting motion. 162 Most land vehicles can be made amphibious simply by providing them with a waterproof hull and perhaps a propeller. This is possible as a vehicle's displacement is usually greater than its weight, and thus will float. For propulsion in or on the water some vehicles simply make do by spinning their wheels or tracks, while others can power their way forward more effectively using (additional) screw propeller(s) or water jet(s). Most amphibians will work only as a displacement hull when in the water – only a small number of designs have the capability to raise out of the water when speed is gained, to achieve high velocity hydroplaning, skimming over the water surface like speedboats. Recently, Gibbs Amphibians has developed a new type of amphibian, one capable of high speeds on both land and water. The vehicles use a patented hydraulic system to raise the wheels into the wheel wells, allowing the vehicles to plane on water. The vehicles can transition between land and water modes in about five seconds. The first Gibbs fast amphibian is the Quadski, introduced in October 2012.

### **CHASSIS**

The main units of the chassis are: the power transmission, the running gear and the steering mechanism. The power transmission includes the whole mechanism between the engine and the rear wheels. This entire mechanism consists of the clutch, gearbox, propeller (cardan) shaft, rear axle, final drive, differential and axle shafts.

At the front end of the car is the engine. On the back of it is the flywheel. Behind the flywheel is the clutch. The clutch is a friction device connecting the engine with the gears of the gearbox. The main function of the gearbox is to change the speed of the car.

The power is always transmitted by the cardan shaft to the live back axle. The final drive reduces the high speed of the engine to the low speed of the driving wheels. The differential enables the driving wheels to turn at different speeds that is necessary when turning the car. The foundation of the automobile is the frame to which different chassis units are attached.

The rear axle is capable of moving up and down about the frame. The rear axle is an important part of the transmission. It carries the greater portion of the weight of the car.

The steering mechanism is designed for changing the direction of the car.

The brakes are used for stopping the car, for decreasing its speed and for holding the car position.

### **COMBUSTION**

All internal combustion engines depend on combustion of a chemical fuel, typically with oxygen from the air. The combustion process typically results in the production of a great quantity of heat, as well as the production of steam and carbon dioxide and other chemicals at very high

temperature; the temperature reached is determined by the chemical make-up of the fuel and oxidizers, as well as by the compression and other factors.

The most common modern fuels are made up of hydrocarbons and are derived mostly from fossil fuels (petroleum). Fossil fuels include diesel fuel, gasoline, petroleum gas, and the rarer use of propane. Except for the fuel delivery components, most internal combustion engines that are designed for gasoline use can run on natural gas or liquefied petroleum gases without major modifications. Large diesels can run with air mixed with gases and a pilot diesel fuel ignition injection. Liquid and gaseous biofuels, such as ethanol, biodiesel (a form of diesel fuel that is produced from crops that yield triglycerides such as soybean oil), can also be used. Engines with appropriate modifications can also run on hydrogen gas, wood gas, charcoal gas.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

**Методические рекомендации для практических занятий  
по дисциплине «Философия»**

направление подготовки:

23.03.01 Технология транспортных процессов

форма обучения: очная, заочная

Рязань, 2023

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине «Философия» для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки направление подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(должность, кафедра)

  
(подпись) \_\_\_\_\_ Рублев М.С. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры « 22 » \_марта\_\_ 2023 г., протокол № 8  
и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(кафедра)

  
(подпись) \_\_\_\_\_ Чивилева И.В. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов

  
(подпись) \_\_\_\_\_ О.А. Тетерина \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курс «Философия» является базовым для бакалавров и дипломированных специалистов вузов России.

В процессе изучения курса студенты должны освоить систему философских знаний, получить целостное представление о философии как духовной деятельности, направленной на рациональную постановку, научиться анализировать и решать мировоззренческие вопросы, связанные с выработкой целостного взгляда на мир и человека

**Цель** изучения дисциплины: развитие общей культуры, включая культуру мышления, развитие способности к личностной и предметной рефлексии, развитие навыков адекватного восприятия и понимания информации из различных источников, способности грамотно и ответственно действовать в современном социально-культурном контексте, гражданской ответственности.

**Задачи** изучения дисциплины:

1. уяснение студентами специфики философии и ее роли в духовной жизни общества, специфики основных исторических вех развития философской мысли;
2. освоение важнейших понятий, концептов, тропов философии;
3. ознакомление с современной интерпретацией фундаментальных вопросов философии: о сущностных свойствах бытия и сознания, о человеке и его месте в мире, о характерных формах жизнедеятельности людей (специфике «человеческого»), знании и познании и т.д.;
4. выработка навыков непредвзятой, многомерной оценки мировоззренческих и научных течений, направлений и школ, популярных идей в области «здорового смысла»;
5. формирование способности выявления экологического, планетарного аспекта изучаемых вопросов;
6. развитие умения логично формулировать, излагать и аргументированно отстаивать собственное видение рассматриваемых проблем;
7. выработка мотивации к самостоятельной работе, самообразованию и саморазвитию, принятию ответственных решений в рамках профессиональной деятельности и широкого социального взаимодействия;
8. выработка установок на толерантность, уважение к норме, закону, «заботу о бытии», социальную мобильность.

# СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

## Тема 1. Философия, ее предмет и место в культуре

### *Вопросы для обсуждения:*

1. Мироззрение. Исторические типы мироззрения. Особенности философского мироззрения.
2. Философия и наука. Специфика философского знания.
3. Философия в системе духовной культуры человечества.

### *Тестовые задания по теме:*

1. Предметом философии является...
  - а) всеобщее;
  - б) абсолют;
  - в) единичное;
  - г) карма.
2. Философия первоначально понималась как ...
  - а) наука о человеке;
  - б) любовь к мудрости;
  - в) учение об абсолютной истине;
  - г) душа культуры.
3. Вопрос об отношении сознания к материи, духа к природе, мышления к бытию – основной вопрос...
  - а) медицины;
  - б) философии;
  - в) психологии;
  - г) истории.
4. Раздел философии, изучающей природу знания и познания...
  - а) эмпиризм;
  - б) гносеология;
  - в) онтология;
  - г) аксиология.
5. Раздел философии, изучающий природу ценностей...
  - а) онтология;
  - б) аксиология;
  - в) антропология;
  - г) гносеология.
6. Раздел философии, изучающий природу человека...
  - а) аксиология;
  - б) антропология;
  - в) онтология;
  - г) гносеология.
7. К методологическим функциям философии относится – функция...
  - а) эвристическая;
  - б) гуманистическая;
  - в) социальная;
  - г) культурно-воспитательная.
8. Направление в философии, согласно которому вещи существуют только потому, что люди их ощущают, называется...
  - а) солипсизмом;
  - б) материализмом;
  - в) дуализмом;
  - г) пантеизмом.
9. Установите соответствие между именем мыслителя и тем, что он считал первоначалом мира:

- а) Фалес;
- б) Анаксимандр;
- в) Анаксимен;
- г) Гераклит.

Варианты ответов:

- а) воздух;
- б) апейрон;
- в) огонь;
- г) вода.

10. Кто считает, что в основании мира лежит одно начало?

- а) дуалисты;
- б) монисты

11. Назовите основные направления развития философского знания.

- а) онтология;
- б) гносеология;
- в) философия науки;
- г) социальная философия;
- д) этика.

12. Теоретическим ядром, сердцевинной духовной культуры человека и общества называют...

- а) мифологию;
- б) искусство;
- в) науку;
- г) философию.

13. Философская позиция предполагающая множество исходных оснований и начало бытия, называется...

- а) скептицизмом;
- б) плюрализмом;
- в) провиденциализмом;
- г) дуализмом.

14. Способность человеческой психики в процессе познания формировать идеальные модели реальности связана...

- а) сознанием;
- б) экспериментом;
- в) интуицией;
- г) восприятием.

15. «Вне природы и человека нет ничего, и высшие существа – это лишь фантастические отражения нашей собственной сущности», - заявляли...

- а) дуалисты;
- б) интуитивисты;
- в) идеалисты;
- г) материалисты.

16. Что такое методология?

- а) наука о человеке;
- б) теория методов исследования, стратегия приёмов исследования.

17. Что означает термин «герменевтика»?

- а) искусство толкования, разъяснения и понимания текстов;
- б) искусство создания текстов.

18. Мировоззренческим принципом средневековой философии является-----.

19. Понимание мира сквозь призму человеческого присутствия в нём – это реализация принципа ...

- а) дуализма;
- б) антропоцентризма;
- в) иррационализма.

20. Этика это философская дисциплина, изучающая...

- а) мораль;
  - б) прекрасное;
  - в) условия построения правильных умозаключений;
  - г) природу.
21. Раздел философского знания, предметом которого являются общие закономерности и тенденции научного познания, называется...
22. Самоорганизация как фактор развития общественной системы, утверждается...
23. Направление научной философии, в основе которого лежит структурный метод анализа, называется...
24. Устойчивая система взглядов на объективный мир и место в нём человека, на отношение человека к окружающей действительности и самому себе называется...
25. Учение о предопределении истории и судеб людей божественной волей называется...
26. Учение о ценностях называется...
27. Философом, признающим число как первосущее был...
28. Теоретический характер анализа всеобщих связей в системе «Человек- мир» является отличительной особенностью...
- а) науки;
  - б) мифологии;
  - в) философии;
  - г) религии.
29. Роль философии в научном познании связана с ...
- а) уточнение абстрактных понятий;
  - б) разработкой умозрительных схем;
  - в) утверждением альтернативного способа мировосприятия;
  - г) разработкой методологии познания.
30. Философская дисциплина, исследующая роль в обществе нравственности, морали, есть...
- а) эргономика;
  - б) этика;
  - в) логика;
  - г) эстетика.
31. Какую роль в знаниевой структуре мировоззрения играет философия?
- а) занимает высший уровень;
  - б) занимает одну и ту же ступень на ряду с религией, искусством, обыденным знанием.
32. Способность человеческой психики в процессе познания формировать идеальные модели реальности связана с...
- а) сознанием;
  - б) экспериментом;
  - в) интуицией;
  - г) восприятием.
33. «Наслаждение является высшим благом и критерием человеческого поведения» - утверждают сторонники ...
- а) волюнтаризма;
  - б) гедонизма;
  - в) эвдемонизма;
  - г) эгоизма.
34. Функция культуры по выработке и трансляции ценностей, идеалов и норм называется...
- а) адаптационной;
  - б) познавательной;
  - в) коммуникативной;
  - г) аксиологической.
35. Какие вопросы в первую очередь отнесены к разряду философских?
- а) как возник и существует мир;

- б) из чего состоит мир;
  - в) что такое человек и какова его роль в мире;
  - г) какова роль бога в мире;
  - д) что такое прекрасное и какова его роль в мире.
36. Назовите основную идею такого философского направления как философия истории...
- а) выяснение «смысла истории» - установление общих закономерностей протекания истории;
  - б) установление наиболее общих и функциональных факторов исторического развития;
  - в) установление исторических хронологических дат имён событий.
37. «Всё в истории и судьбах людей предопределено волей Бога» утверждает...
- а) провиденциализм;
  - б) фатализм;
  - в) нигилизм;
  - г) волюнтаризм.
38. К методам эмпирического уровня познания не относятся...
- а) измерение;
  - б) эксперимент;
  - в) дедукция;
  - г) наблюдение.
39. Функция философии, роль которой – подвергать сомнению окружающий мир и существующее знание, искать их новые черты, вскрывать противоречия, - ...
- а) методологическая;
  - б) прогностическая;
  - в) мировоззренческая;
  - г) критическая.
40. Философская позиция предполагающая множество исходных оснований и начал бытия, называется ...
- а) скептицизмом;
  - б) плюрализмом;
  - в) провиденциализмом;
  - г) дуализмом.

## **Тема 2. Исторические типы философии. Философские традиции и современные дискуссии.**

### ***Вопросы для обсуждения:***

1. Учение древних философов о микро- и макрокосмосе. Особенности восточной философии.
2. Основные школы индийской и китайской философии.
3. Становление античной философии. Первые философы и проблема начала всех вещей.
4. Открытие человека, антропологическая революция в античной философии.
5. Метафизика и онтология, теория идей в диалогах Платона.
6. Принципы средневековой философии. Этапы её развития.
7. Основные проблемы средневековой философии.
8. Гуманизм и пантеизм в философии Возрождения.
9. Материализм и эмпиризм Ф. Бэкона. Критика «идолов» познания.
10. Рационализм Р. Декарта. Учение о методе.
11. Социально-политическая мысль Нового времени. Учение Т. Гоббса и Д. Локка.
12. Особенности классической немецкой философии.
13. Основные принципы построения и противоречия философской системы Г. Гегеля.
14. Антропологический материализм Л. Фейербаха.
15. Проблема отчуждения в философии К. Маркса.

16. Материалистическое понимание общества К. Маркса.
17. Основные принципы позитивизма.
18. Исторические формы позитивизма.
19. Постпозитивизм и философия науки (К. Поппер, Т.С. Кун, И. Лакатос)

**Темы докладов:**

Россия-запад как проблема философии. Славянофильство и западничество.  
Философия В.С. Соловьева. Всеединство как принцип метафизики.  
Русский космизм как философское, этическое и научное явление.

**Тестовые задания по теме:**

1. Философии Древнего Востока и Античности человек мыслился как ...
  - а) микрокосм;
  - б) образ и подобие Бога;
  - в) творец культуры;
  - г) мыслящее Я.
2. Центральным мировоззренческим принципом античной философии является...
  - а) космоцентризм;
  - б) теоцентризм;
  - в) антропоцентризм;
  - г) культуроцентризм.
3. Философское учение отождествляющее Бога и мир, называется ...
  - а) пантеизмом;
  - б) креационизмом;
  - в) деизмом;
  - г) атеизмом.
4. Центральной проблемой в философии Нового времени является...
  - а) разработка научного метода;
  - б) вопрос о соотношении веры и разума;
  - в) доказательство отсутствия центра во Вселенной;
  - г) диалектика абсолютной и относительной истины.
5. Характерной чертой немецкой классической философии является ...
  - а) антропосоцицентризм;
  - б) иррационализм;
  - в) материализм;
  - г) теоцентризм;
6. Создателем первой философской системы в истории русской философии является ...
  - а) В.С. Соловьёв;
  - б) М.В. Ломоносов;
  - в) А.И. Герцен;
  - г) А.Ф. Лосев.
7. К представителям философского неореализма относится...
  - а) Б. Рассел;
  - б) А. Шопенгауэр;
  - в) Э. Гуссерль;
  - г) К. Юнг.
8. Кто из нижеперечисленных философов был создателем, систематизатором диалектики как метода?
  - а) И. Кант;
  - б) Л. Фейербах;
  - в) Гегель;
  - г) Ф. Шеллинг.

9. В какой из своих «Критик...» И. Кант разрабатывал этические проблемы?
- а) в «Критике чистого разума»;
  - б) в «Критике практического разума».
10. Основным методом научного познания Ф. Бекон считал...
11. С позиции диалектического материализма, основным критерием истины является...
12. С точки зрения сенсуализма основой знания являются...
13. Учение Дэкарта о субстанции имеет характер...
14. Философом, рассматривающим понятие «ноосферы», является...
15. Философская система К. Маркса основана на принципах...
16. В суждении «Разум, логическое мышление – главный источник знаний», выражена точка зрения...
- а) гедонизма;
  - б) эмпиризма;
  - в) рационализма;
  - г) детерминизма.
17. Соотнесите понимание субстанции и философа, реализовавшего его в своей философии:
- а) монизм;
  - б) дуализм;
  - в) плюрализм.
- Варианты ответов:
1. Г. Лейбниц;
  2. Б. Спиноза;
  3. Р. Декарт.
18. Автор работы «Государственность и анархия» - ...
- а) В.И. Ленин;
  - б) А.И. Герцен;
  - в) В.С. Соловьёв;
  - г) М.А. Бакунин.
19. Материализм ХУП-века носил – характер.
20. Основная философская идея русского космизма состоит в ...
- а) достижение всеединства;
  - б) тесной связи человека и космоса;
  - в) непротивлении злу силою.
21. Автором идеи «непротивление злу насилеием» в русской философии XIX- начала XX веков является...
- а) Ф. Достоевский;
  - б) К. Циолковский;
  - в) Л. Толстой;
  - г) Н. Лосский.
22. Какова основная идея феноменологической философии Э. Гуссерля?
- а) построение строгой науки о сознании;
  - б) построение строгой науки о б обществе.
23. Установите соответствие между понятием и его определением:
1. Проблема;
  2. Заблуждение;
  3. Ложь.

### Тема 3. Учение о бытии

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Бытие и разум: рационалистические и иррационалистические трактовки бытия.
2. Определение материи в истории философии. Мировоззренческий смысл категории «материя».
3. Пространство и время как формообразующие характеристики материи.

### Тема 4. Учение о познании

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Диалектика как мировоззренческая ориентация в мире.
2. Проблема развития в философии и в науке. Диалектика как теория развития.
3. Диалектика как логика и теория познания.
4. Познание как предмет философского анализа. Субъект, объект познания.

#### **Темы докладов:**

Мышление и язык.

Наука как знание, деятельность и социальный институт. Наука и вненаучное знание.

### Тема 5. Учение об обществе (Социальная философия и философия истории)

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Общество как целостная система. Специфика общественных отношений.
2. Культура как предмет философского познания. Социальные функции культуры.
3. Философия истории и самосознание общества. Модели общественного развития в философской традиции.

### Тема 6. Учение о человеке

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Проблема антропосоциогенеза. Биологическое и социальное в человеке.
2. Индивид и личность. Личность как социокультурная перспектива человека.
3. Свобода и творчество как формы личностного бытия.

#### **Тестовые задания по теме:**

1. Структурными элементами материально-производственной сферы является (- ются) ...
  - а) производительные силы и производственные отношения;
  - б) индивидуальное и общественное сознание;
  - в) страты и классы;
  - г) политические партии и профсоюзы.
2. Автором понятия «сверхиндустриальная цивилизация», обозначающего современное общество, является ...
  - а) О.Тоффлер;
  - б) Н.Маклюэн;
  - в) З.Бжезинский;
  - г) Д. Белл.
3. Процесс вытеснения старой дисциплинарной матрицы новой парадигмой называется ...
  - а) научной революцией;
  - б) демаркацией;
  - в) верификацией;
  - г) пролиферацией
4. К противоречивости глобального процесса относится...
  - а) усиление дифференциации в развитии стран «Севера» и «Юга»;
  - б) оптимальное разделение труда в масштабах планеты;

- в) создание новых рабочих мест;
  - г) более высокий уровень жизни.
5. Сторонником теории согласно которой современное общество становится технотронным является...
- а) З.Бжезинский;
  - б) К. Ясперс;
  - в) В.И.Вернадский;
  - г) П.А.Сорокин.

### **Тема 7. Учение о ценности**

#### ***Вопросы для обсуждения:***

1. Знания и ценности. Ценностно-мировоззренческая ориентация как поведенческая стратегия человека.
2. Мораль, искусство, религия как формы культуры и способы самопознания и саморегуляции человека.

### **Тема 8. Научно-технический прогресс, глобальные проблемы современности и будущее человечества**

#### ***Вопросы для обсуждения:***

1. Философия и наука.
2. Проблема обоснования научного знания.
3. Этика науки.
4. Глобальные проблемы и ценностно-мировоззренческая ориентация современности.
5. Постиндустриальное общество: его идеалы и тенденции развития.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Важную роль в изучении философии играют практические занятия. На них студенты имеют возможность не только проверить свое знание предмета в рамках поставленных вопросов, но и углубить понимание категорий, принципов и законов философии.

На практических занятиях студенты обсуждают сообщения, доклады, подготовленные ими по результатам учебных или научных исследований под руководством преподавателя.

Практические занятия позволяют студентам выработать умение вести дискуссии, обосновывать свою позицию, способствуют определению у них мировоззренческой позиции. Но это достижимо только при условии достаточной предварительной самостоятельной подготовки.

При подготовке к практическому занятию необходимо изучить рекомендуемую литературу по теме, подготовить тезисы выступлений по вопросам занятия или составить конспект и быть готовым к обсуждению этих вопросов.

Критерии оценки устного ответа:

Оценка «отлично»	ставится, если обучающийся -показывает полное знание и понимание программного материала; - умеет составить полный и правильный ответ на основе изученного материала; выделять главные положения, самостоятельно подтверждать ответ конкретными примерами, фактами; - самостоятельно и аргументировано делать анализ, выводы; - последовательно, чётко, связно, обоснованно и безошибочно излагает материал.
Оценка «хорошо»	ставится, если обучающийся - показывает знания изученного материала; - даёт полный и правильный ответ; допускает незначительные ошибки и недочёты при воспроизведении изученного материала, небольшие неточности при использовании терминов или в выводах и обобщениях; - материал излагает в определенной логической последовательности, при этом допускает одну негрубую ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно при требовании или при небольшой помощи преподавателя; - в основном усвоил учебный материал; подтверждает ответ конкретными примерами; правильно отвечает на дополнительные вопросы; - умеет самостоятельно выделять главные положения в изученном материале; на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, устанавливать внутрипредметные связи.
Оценка «удовлетворительно»	ставится, если обучающийся - усвоил основное содержание учебного материала, имеет пробелы в усвоении материала, не препятствующие дальнейшему усвоению; - материал излагает несистематизированно, фрагментарно, не всегда последовательно; - выводы и обобщения аргументирует слабо, допускает в них ошибки; - допускает ошибки и неточности в использовании терминологии, определения даёт недостаточно четкие; - отвечает неполно на вопросы (упуская основное), или воспроизводит содержание текста учебника, но недостаточно понимает отдельные положения, имеющие важное значение в этом

	тексте.
Оценка «неудовлетворительно»	<p>ставится, если обучающийся</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не усвоил и не раскрыл основное содержание материала;</li> <li>- не делает выводов и обобщений.</li> <li>- не знает и не понимает значительную или основную часть учебного материала в пределах поставленных вопросов или имеет слабо сформированные и неполные знания и не умеет применять их к решению конкретных вопросов ;</li> <li>- при ответе допускает более двух грубых ошибок, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.</li> </ul>

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ДОКЛАДОВ

Доклад – публичное сообщение, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему.

Подготовка доклада и выступление способствуют формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

Основными задачами подготовки сообщения являются:

- выработка умений излагать содержание материала в короткое время;
- выработка умений ориентироваться в материале и отвечать на вопросы;
- выработка умений самостоятельно обобщать и представлять материал, делать выводы.

Сообщение должно состоять из трех частей: вступление, основная часть и заключение.

Вступление должно содержать: название, изложение основной мысли.

Основная часть должна раскрывать суть затронутой темы. Задача основной части - представить обзор рассматриваемой темы.

Заключение должно содержать краткие выводы.

Время изложения – 7-10 мин.

Сообщение оценивается по 5-балльной системе.

### **Критерии оценки сообщения:**

– постановка темы, её актуальность научная и практическая значимость, оригинальность;

– качество изложения доклада (свободное владение материалом, научной терминологией; понимание содержания и значимости выводов и результатов исследования, наглядность, последовательность и четкость изложения);

– содержание сообщения (относительный уровень сложности, научность, обзорность, обобщение, связность, логичность и грамотность выступления);

– риторические способности.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

Крюков, В. В. Философия : учебник для вузов / В. В. Крюков. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06271-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453394>

### Дополнительная литература

1. Крюков, В. В. Философия : учебник для вузов / В. В. Крюков. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06271-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453394>

2. Яцевич, М. Ю. Философия : учебное пособие / М. Ю. Яцевич. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 100 с. — ISBN 978-5-00137-072-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122226>

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

ЭБС «Рукопт» - Режим доступа: <http://www.rucont.ru>

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра Организация транспортных процессов и  
безопасность жизнедеятельности

Методические указания  
по выполнению практических работ  
по дисциплине

**Безопасность жизнедеятельности**  
для студентов очной и заочной формы обучения  
по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль подготовки: Организация перевозок на автомобильном транспорте

Рязань 2023

Составитель:

Латышенок Н.М., доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Тетерина О.А., старший преподаватель кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Рецензент:

Юхин И.А., д.т.н., зав. кафедрой «Автотракторная техника и теплоэнергетика»

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» «22» марта 2023 г., протокол № 8



Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Терентьев В.В.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

**Тема: Профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствия в профессиональной деятельности, в быту. Первичные средства пожаротушения.**

**Цель работы:** изучить основные виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту, принципы снижения вероятности их реализации. Научить правильно, пользоваться и применять первичные средства пожаротушения.

### **Материальное обеспечение:**

1. Огнетушитель порошковый ОП-5(г) - 2А,55В, С, огнетушитель порошковый ОП-4(г) - АВСЕ-02, перчатки механические стойкие, барьерный комбинезон многофункциональный.
2. Методические указания к практическим занятиям

### **Ход занятия:**

1. Прочитайте внимательно содержание задания.
2. Выполните поочередно предложенные задания.
3. Сделайте вывод и оформите практическую работу.

## **Теоретические аспекты**

В жизненном цикле человек и окружающая его среда обитания образуют постоянно действующую систему «человек – среда обитания».

*По природе действия* опасности подразделяются на следующие основные группы: физические, химические, биологические, психофизиологические.

*Вредный фактор* – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

*Вредное воздействие на человека* – воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни и здоровью будущих поколений.

Совокупность и уровень различных факторов производственной среды существенно влияют на условия труда, состояние здоровья и заболеваемость работающих. Особенности возникающих при этом негативных изменений в организме и мер по их предупреждению определяются характером воздействующего вредного фактора производственной среды.

Формы интеллектуального труда подразделяются на операторский, управленческий, творческий, труд медицинских работников, труд преподавателей, учащихся, студентов. Эти виды различаются организацией трудового процесса, равномерностью нагрузки, степенью эмоционального напряжения.

Опасные и вредные факторы в зависимости от характера воздействия подразделяются на:

- активные - проявляющиеся благодаря заключенной в них энергии (ионизирующие излучения, вибрация и т.п.);
- активно - пассивные - проявляющиеся благодаря энергии, заключенной в самом человеке (примером могут служить опасности скользких поверхностей, работы на высоте, острых углов и плохо обработанных поверхностей оборудования и т.п.);
- пассивные - проявляющиеся опосредствованно, как например, усталостное разрушение материалов, образование накипи в сосудах и трубах, коррозия и т.п.

### **Первичные средства пожаротушения и их применение.**

Пожар — это неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Выбор способов и средств пожаротушения зависит от объекта, характеристики горящих материалов и класса пожара. Вместе с тем при любом пожаре или загорании тушение должно быть направлено на устранение причин его возникновения и создание условий, при которых горение будет невозможным.

Горение — это реакция окисления горючего вещества с выделением тепла, дыма и пламени. Для подавления и ликвидации процесса горения необходимо прекратить подачу в зону горения горючего

вещества или окислителя либо уменьшить подвод теплового потока в зону реакции.

Основные способы пожаротушения:

- охлаждение очага горения или горящего материала с помощью веществ (например, воды), обладающих большой теплоемкостью;
- прекращение поступления в зону горения воздуха и горючего вещества, то есть изоляция очага горения от атмосферного воздуха, или снижение концентрации кислорода в воздухе путем подачи в зону горения инертных компонентов. Осуществляется покрытием горящих материалов пеной, войлоком, асбестовым покрывалом, засыпкой песком;
- применение специальных химических средств, тормозящих скорость реакции окисления;
- механический срыв пламени сильной струей газа или воды;
- создание преград для распространения огня.

Для пожаротушения в помещениях используют автоматические огнетушительные установки. В зависимости от применяемых огнетушащих веществ автоматические стационарные установки подразделяют на водяные, пенные, газовые и порошковые. Наиболее широкое распространение получили установки водяного и пенного тушения двух типов: спринклерные и дренчерные.

Пожарные щиты первичных средств пожаротушения предназначены для концентрации и размещения в определенном месте ручных огнетушителей, немеханизированного пожарного инвентаря и инструмента, применяемого при ликвидации загораний в одноэтажных зданиях, где не предусмотрено противопожарное водоснабжение. Пожарный щит имеет порядковый номер, располагается в доступном месте и окрашивается в красный сигнальный цвет. Допускается установка пожарных щитов в виде навесных шкафов с закрывающимися дверцами, которые позволяют визуально определить вид хранящихся средств пожаротушения и инвентаря. Дверцы должны быть опломбированы и открываться без ключа и больших усилий. Необходимо, чтобы крепление средств пожаротушения и инвентаря обеспечивало быстрое их снятие без специальных приспособлений или инструмента. Количество пожарных щитов на объекте не регламентируется и определяется только спецификой местных условий, а также удобством их пользования и надзора за их содержанием. Пожарный щит должен содержаться в чистоте.

Пожарные щиты содержат следующий инвентарь: лопату, топор, лом, багор, ведро (рис. 1). При помощи этих инструментов можно открыть запертую дверь в комнату, где произошло возгорание, засыпать небольшой очаг песком или залить водой. Этими инструментами можно отделить горящую часть строения или мебели, предотвратив распространение огня на другие предметы. Пожарный инвентарь должен использоваться только в случае пожара и всегда находиться в хорошем состоянии и строго на своих местах.

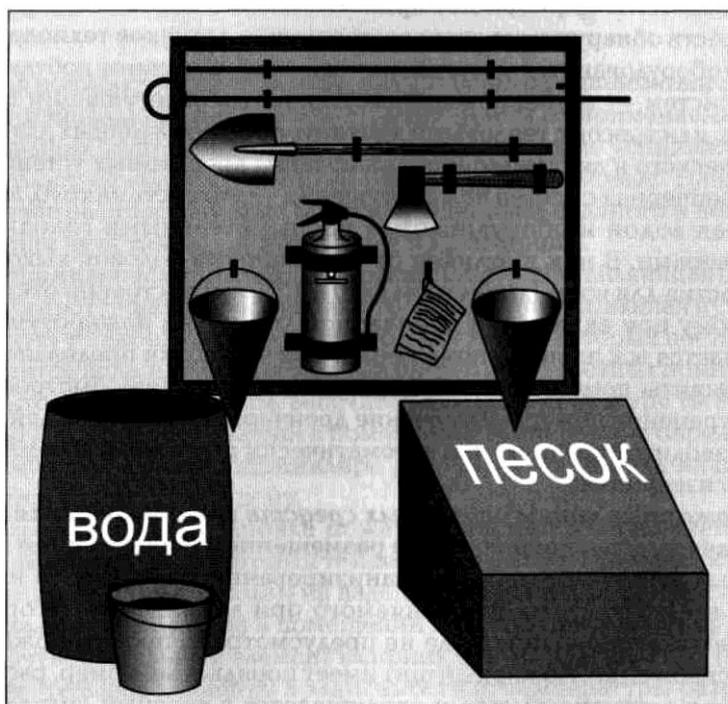


Рисунок 1. Пожарный щит первичных средств пожаротушения

Внизу, под пожарным щитом, располагается ящик с песком. Песок применяют для тушения небольших количеств разлитых по полу или земле горящих жидкостей. Он должен быть сухим. Регулярно песок осматривается и при комковании просушивается и просеивается. Специальный металлический ящик для песка окрашивается в красный цвет. Ящик плотно закрывают для предохранения песка от загрязнения и увлажнения. На ящике делают надпись «Песок на случай пожара».

Пожарный рукав (рис. 2) является одним из обязательных средств тушения пожара и противопожарного оборудования, которым должны оснащаться любые общественные здания. Он представляет собой специальный гибкий трубопровод, предназначенный для транспортировки воды или других огнетушащих составов под высоким давлением к месту пожара или очагу возгорания. Пожарные рукава имеют свою классификацию, основанную на месте применения этих средств пожаротушения.



Рисунок 2. Пожарный рукав

Огнетушители — это технические устройства, которые предназначаются для тушения очагов горения в начальной стадии, а также для противопожарной защиты небольших сооружений, машин и механизмов. Огнетушителями по требованию Роспотребнадзора должны быть оборудованы все образовательные учреждения и другие организации, склады, офисы. Также они необходимы для обеспечения личной безопасности дома, семьи, близких людей, имущества.

Огнетушители классифицируются по ряду параметров, а именно: объему корпуса, виду пусковых устройств, способу подачи огнетушащего состава, виду огнетушащих средств. По объему корпуса огнетушители условно подразделяют:

- на ручные малолитражные с объемом корпуса до 5 л (такой можно возить с собой в машине);
- промышленные ручные с объемом корпуса от 5 до 10 л (для офиса или дома);
- стационарные и передвижные с объемом корпуса свыше 10 л (для промышленных предприятий). Корпуса огнетушителей с большим объемом заряда устанавливаются на специальные тележки.

По виду пусковых устройств огнетушители подразделяют на три группы:

- с вентильным затвором;
- запорно-пусковым устройством пистолетного типа;
- пуском от постоянного источника давления.

По способу подачи огнетушащего состава выделяют четыре группы огнетушителей:

- под давлением газов, образующихся в результате химической реакции компонентов заряда;
- давлением газов, подаваемых из специального баллончика, размещенного в корпусе огнетушителя;
- давлением газов, предварительно закачанных непосредственно в корпус огнетушителя;
- собственным давлением огнетушащего вещества.

В соответствии с видом применяемого огнетушащего средства огнетушители могут быть:

- водные;
- пенные (химические, химические воздушно-пенные, воздушнопенные);
- газовые (углекислотные, аэрозольные — хладоновые, бромхладоновые);
- порошковые.

Наибольшее распространение получили пенные, газовые и порошковые огнетушители. Водные огнетушители (ранней конструкции) применяются только в лесной отрасли и для подразделений разведки пожарной охраны и поэтому здесь рассматриваться не будут. Рассмотрим назначение и устройство некоторых огнетушителей.

Воздушно-пенные огнетушители (ОВП) предназначены для тушения твердых веществ и материалов, загораний тлеющих материалов, горючих жидкостей (масла, керосин, бензин, нефть) на промышленных предприятиях, складах горючих материалов. Данные огнетушители не предназначены для тушения загораний веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий и калий), и электрооборудования, находящегося под напряжением. Эти огнетушители должны эксплуатироваться в диапазоне рабочих температур от 5 до 50 °С. Промышленность выпускает ручные воздушно-пенные огнетушители типа ОВП-5 и ОВП-10, а также перевозимые на тележках ОВП-50 (рис. 3).

Заряжают огнетушители ОВП-5 и ОВП-10 в следующем порядке. Готовят раствор пенообразователя при температуре воды 15...20 °С, через воронку заливают его в корпус огнетушителя, устанавливают баллон с диоксидом углерода  $CO_2$  и пломбируют рычаг.



Рисунок 3. Воздушно-пенные огнетушители ОВП-5, 0ВП-10, 0ВП-50

Для приведения огнетушителя в действие необходимо снять его с помощью транспортной рукоятки и поднести к месту горения, сорвать пломбу и нажать на рычаг запорно-пускового устройства. При этом игла прокалывает мембрану баллона, и газ по сифонной трубке устремляется в корпус. Пену следует направить на очаг горения. При работе огнетушитель держат в вертикальном положении.

Зимой огнетушители обычно хранят в теплых помещениях. Проверку и зарядку баллонов с  $\text{CO}_2$  выполняют на специальных зарядных станциях.

Химические пенные огнетушители (ОХП) предназначены для тушения горящих твердых материалов и горючих жидкостей. Область применения их почти безгранична, за исключением тех случаев, когда огнетушащее средство способствует развитию процесса горения или проводит электрический ток. Категорически запрещается их использование для тушения горящих кабелей и проводов, находящихся под напряжением, а также щелочных материалов.

Химические пенные огнетушители просты по устройству, при правильном содержании надежны в эксплуатации. Механизм образования в огнетушителе химической пены следующий. Заряд огнетушителя двухкомпозиционный: щелочной и кислотный. Щелочная часть представляет собой водный раствор двууглекислой соды (бикарбоната натрия  $\text{NaHCO}_3$ ). В щелочной раствор добавляют небольшое количество вспенивателя. Кислотная часть ОХП — смесь серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с сульфатом оксидного железа  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  или сульфата алюминия  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Ее хранят в специальном полиэтиленовом стакане, Щелочной раствор заливают непосредственно в корпус огнетушителя. При соединении щелочной и кислотной частей происходят реакции. Образующийся при этом  $\text{CO}_2$  интенсивно вспенивает щелочной раствор и выталкивает его через спрыск наружу. Вспениватель и образующийся при реакции гидроксид железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  повышают стойкость пены.

Для приведения огнетушителя ОХП- 10 (рис. 4) в действие поворачивают ручку запорного устройства на  $180^\circ$ , опрокидывают корпус вверх дном, горловиной вниз, выходящую струю пены направляют на очаг горения твердых веществ или, начиная с ближнего края, покрывают пеной поверхность горящей жидкости.

Углекислотные (газовые) огнетушители (ОУ) предназначены для тушения небольших очагов горения веществ, материалов и электроустановок, за исключением веществ, которые горят без доступа кислорода. Углекислотные огнетушители получили наибольшее распространение из-за их универсального применения, компактности и эффективности тушения.

В качестве огнегасительного средства используют  $\text{CO}_2$  — бесцветный газ с едва ощутимым запахом, который не горит и не поддерживает горения, обладает диэлектрическими свойствами.

Диоксид углерода в жидком газообразном состоянии, попадая в зону горения, понижает концентрацию (содержание) кислорода, охлаждает горящие предметы, и в результате горение прекращается. С помощью  $\text{CO}_2$  приостанавливают горение как на поверхности, так и в замкнутом объеме. Достаточно 12—15 % содержания  $\text{CO}_2$  в окружающей среде, чтобы горение прекратилось.

При эксплуатации углекислотных огнетушителей тщательно наблюдают за утечкой газа. Если обнаружена утечка огнетушителей, они сдаются в ремонт в специализированные мастерские.



Рисунок 4. Огнетушитель химический пенный ОХП-Ю



Рисунок 5. Огнетушитель типа ОУ-2, ОУ-5

Для тушения электроустановок и приборов, находящихся под током, а также многих твердых и жидких горючих веществ применяются углекислотные огнетушители типа ОУ-2, ОУ-5 (рис. 5), ОУ-8.

Огнетушитель углекислотный ручной состоит из металлического баллона, в котором под давлением  $170 \text{ кг/см}^2$  находится жидкая углекислота, вентиля с сифонной трубкой и раструба. Вентиль снабжен предохранительной мембраной, разрывающейся при температуре  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  и при повышении давления в баллоне до  $220 \text{ кг/см}^2$ .

При приведении огнетушителя в действие раструб направляют на горящий предмет и открывают вентиль. Благодаря мгновенному расширению и резкому понижению температуры до  $-55 \text{ }^\circ\text{C}$  жидкая углекислота выбрасывается в виде углекислого снега. Время действия углекислотных огнетушителей 25 — 60 с, дальность действия — 1,5—3,5 м.

Аэрозольные огнетушители предназначены для тушения загорания небольших очагов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, твердых веществ, электроустановок, находящихся под напряжением, и различных материалов, кроме щелочных металлов и кислородосодержащих веществ, то есть веществ, которые горят без доступа кислорода.

Недостаток аэрозольных огнетушителей заключается в том, что при работе с ними надо соблюдать технику безопасности, так как огнетушащие вещества являются нежелательными для вдыхания человеком.

Порошковые огнетушители — это самый популярный вид огнетушителей, их применяют для ликвидации всех типов возгораний. Выпускают три типа порошковых огнетушителей: ручные (переносные), передвижные и стационарные. В качестве огнетушащего вещества используют порошки общего и специального назначения.

Ручной порошковый огнетушитель ОП-5 (рис. 6) предназначен для тушения небольших загораний на мотоциклах, легковых и грузовых автомобилях, сельскохозяйственной техники. Также он эффективен для тушения электроустановок, находящихся под напряжением. Такими огнетушителями рекомендуется оборудовать противопожарные щиты на химических объектах, в гаражах, мастерских, офисах, гостиницах и квартирах. Огнетушитель эффективно работает при температуре от  $-50$  до  $+50$  °С.

К недостатку порошковых огнетушителей можно отнести то, что после использования огнетушителя не всегда удастся убрать порошок. Например, при тушении двигателя автомобиля масло, порошок и температура создают такие побочные явления, что восстановить работоспособность двигателя бывает очень трудно.

При хранении огнетушителя и работе с ним не допускается:

- подвергать огнетушитель при хранении воздействию прямых солнечных лучей, атмосферных осадков, агрессивных сред;
- направлять струю огнетушащего вещества в сторону близко стоящих людей;



Рисунок 6 Порошковый огнетушитель ОП-5

- хранить огнетушитель вблизи нагревательных приборов;
- использовать огнетушитель не по назначению.

Запрещается:

- эксплуатировать огнетушители при появлении вмятин, вздутий или трещин на корпусе огнетушителя, на запорно-пусковой головке, а также при нарушении герметичности соединений узлов;
- производить любые работы, если в корпусе огнетушителя находится избыточное давление;
- наносить удары по огнетушителю или по источнику вытесняющего газа.

Основными причинами пожара являются: нарушение правил противопожарной безопасности при обращении с огнем, при пользовании электрическим и газовым оборудованием, хранении и использовании горючих и взрывоопасных материалов; утечки газа, перегрузки и неисправности электросетей.

Требования противопожарной безопасности — это специальные условия социального и технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством РФ, нормативными документами или уполномоченными государственными органами.

Во время пожара наиболее опасными факторами являются:

- открытый огонь и искры;
- высокая температура воздуха, особенно если воздух влажный;
- токсичные продукты горения;
- пониженная концентрация кислорода;

- обрушивающиеся части конструкций;
- паника.

**Задание 1.** Описать хронические отравления, профессиональные заболевания и методы их предупреждения. Данные записать в таблице.

	Методы предупреждения
Хронические отравления	
Профессиональные заболевания	

**Задание 2.** Записать в таблице вредные вещества и их действие на организм человека.

Вредные вещества	Действие на организм человека
1.	
2.	

**Задание 3.** Перечислить основные виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту, принципы снижения вероятности их реализации. Данные привести в таблице.

Виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту	Принципы снижения вероятности их реализации
1.	
2.	

**Задание 4.** Для понятий из столбца 1 подберите определения из столбца 2 или продолжите фразу. При выполнении данного задания необходимо использовать теоретический материал.

№ п/п	1	№ п/п	2
1	Что называют пожаром?	1	огнетушители, ведра и емкости с водой, ящики с песком, ломы, топоры, лопаты ит.д.
2	Горение — это	2	специальный гибкий трубопровод, предназначенный для транспортировки воды или других огнетушащих составов под высоким давлением к месту пожара или очагу возгорания
3	Основные способы пожаротушения:	3	прекращает доступ к горячей поверхности кислорода, покрывая ее, препятствует выделению горючих газов и понижает температуру горящего предмета. В сыром состоянии обладает токопроводящими свойствами, и поэтому его нельзя использовать при тушении предметов, находящихся под электрическим напряжением
4	Дренчерный ороситель — это	4	широко распространенным, эффективным и удобным средством для тушения различных легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. По способу образования можно подразделять на химическую и газомеханическую (воздушно-механическую)
5	Спринклерный ороситель — это	5	предназначен для концентрации и размещения в определенном месте ручных огнетушителей, немеханизированного пожарного инвентаря и инструмента, применяемого при ликвидации загораний на объектах, в складских помещениях и на строительных площадках

6	В начальной стадии развития пожара можно использовать первичные (портативные) средства пожаротушения —	6	неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства
7	Пены являются	7	составляющая системы пожаротушения, распылитель с открытым выходным отверстием, В оросителях отсутствуют тепловые замки, поэтому такие системы срабатывают при поступлении сигнала от внешних устройств обнаружения очага возгорания — датчиков технологического оборудования, пожарных извещателей, а также от побу-
			дительных систем — трубопроводов, заполненных огнетушащим веществом, или тросов с тепловыми замками
8	Вода является	8	реакция окисления горючего вещества с выделением тепла, дыма и пламени
9	Песок	9	охлаждение очага горения или горящего материала с помощью веществ (например, воды), обладающих большой теплоемкостью; прекращение поступления в зону горения воздуха и горючего вещества, то есть изоляция очага горения от атмосферного воздуха или снижение концентрации кислорода в воздухе путем подачи в зону горения инертных компонентов, Осуществляется покрытием горящих материалов пеной, войлоком, асбестовым покрывалом, засыпкой песком; применение специальных химических средств, тормозящих скорость реакции окисления; механический срыв пламени сильной струей газа или воды; создание преград для распространения огня
10	Пожарный щит первичных средств пожаротушения	10	составляющая системы пожаротушения, оросительная головка, вмонтированная в специальную установку (сеть водопроводных труб, в которых постоянно находится вода или воздух- под давлением). Отверстие закрыто тепловым замком, рассчитанным на температуру 79, 93, 141 или 182 °С. При достижении в помещении температуры определенной величины замок распаивается, и вода начинает орошать защищаемую зону
11	Пожарный рукав представляет собой	11	наиболее простым, дешевым и доступным средством тушения пожара, Она может подаваться в зону горения в виде компактных сплошных струй или в распыленном виде

**Задание 5.** Для понятий из столбца 1 подберите определения из столбца 2 или продолжите фразу. При выполнении данного задания необходимо использовать теоретический материал.

№ п/п	1	№ п/п	2
1	Огнетушители — это	1	с вентильным затвором; с запорно-пусковым устройством пистолетного типа; с пуском от постоянного источника давления
2	Воздушно пенные огнетушители	2	подвергать огнетушитель при хранении воздействию прямых солнечных лучей, атмосферных осадков, агрессивных сред; направлять струю огнетушащего вещества в сторону близко стоящих людей; хранить огнетушитель вблизи нагревательных приборов; использовать огнетушитель не по назначению
3	Химические пенные огнетушители	3	ввиду небольшой продолжительности работы приводить в действие непосредственно возле очага горения, огнегасительную струю направлять на участки повышенного горения, сбивая пламя вверх и стремясь быстро и равномерно покрыть огнетушащим веществом большую площадь горения
4	Углекислотные (газовые) огнетушители	4	предназначены для тушения возгорания твердых, жидких и газообразных веществ, возможно их применение для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1 000 В. Рекомендуется оборудовать ими легковые и грузовые автомобили, сельскохозяйственную технику, противопожарные щиты на химических объектах, в гаражах, мастерских, офисах, гостиницах и квартирах
5	Аэрозольные огнетушители	5	эксплуатировать огнетушители при появлении вмятин, вздутий или трещин на корпусе огнетушителя, на запорно-пусковой головке, а также при нарушении герметичности соединений узлов; производить любые работы, если в корпусе огнетушителя находится избыточное давление; наносить удары по огнетушителю или по источнику вытесняющего газа
6	Порошковые огнетушители	6	предназначены для тушения небольших очагов горения веществ, материалов и электроустановок, за исключением веществ, которые горят без доступа кислорода. Они получили наибольшее распространение из-за их универсального применения, компактности и эффективности тушения
7	По виду пусковых устройств огнетушители подразделяют на группы:	7	технические устройства, которые предназначены для тушения очагов горения в начальной стадии, а также для противопожарной защиты небольших сооружений, машин и механизмов

8	В соответствии с видом применяемого огнетушащего средства огнетушители могут быть:	8	предназначены для тушения горящих твердых материалов и горючих жидкостей. Категорически запрещается их использование для тушения горящих кабелей и проводов, находящихся под напряжением, а также щелочных материалов. Область применения их почти безгранична, за исключением тех случаев, когда огнетушащее средство способствует развитию процесса горения или проводит электрический ток. Они просты по устройству, при правильном содержании надежны в эксплуатации
9	При хранении огнетушителя и при работе с ним не допускается:	9	предназначены для тушения твердых веществ и материалов, загораний тлеющих материалов, горючих жидкостей на промышленных предприятиях, складах горючих материалов. Данные огнетушители не предназначены для тушения загораний веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий и калий), и электрооборудования, находящегося под напряжением
10	При использовании огнетушителей запрещается:	10	предназначены для тушения загорания небольших очагов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, твердых веществ, электроустановок, находящихся под напряжением, и различных материалов, кроме щелочных металлов и кислородосодержащих веществ, то есть веществ, которые горят без доступа кислорода
11	Как необходимо применять огнетушитель?	11	водные; пенные (химические, химические воздушно-пенные, воздушно-пенные); газовые (углекислотные, аэрозольные — хладоновые, бромхладоновые); порошковые

**Задание 6.** Изучите правила пожаротушения, правила поведения во время пожара и правила эвакуации из образовательного учреждения, ответьте на контрольные вопросы.

**Задание 7.** Изучите организацию работы по противопожарной безопасности в образовательном учреждении.

Для выполнения данного задания проводится экскурсия по образовательному учреждению. Цель экскурсии — ознакомление с местами расположения первичных средств пожаротушения и отработка модели поведения при пожаре. Во время экскурсии необходимо внимательно рассмотреть план эвакуации студентов и персонала образовательного учреждения (во время пожара на это не будет времени), изучить маршрут эвакуации от кабинета безопасности жизнедеятельности до аварийного выхода, пройти по этому маршруту и запомнить его.

Обучающимся следует обратить внимание на следующие моменты:

- вид огнетушителя и правила приведения его в действие;
- место расположения пожарного крана, ближайшего к учебному кабинету БЖД, и его комплектацию;
- место расположения пожарного щита и его комплектацию;

- порядок действия в случае возникновения пожара в образовательном учреждении.
- план эвакуации;
- места расположения эвакуационных выходов.

**Задание 8.** Внимательно прочитайте утверждения, оцените их правильность и разместите их в соответствующие графы таблицы («Правильно» или «Неправильно»).

1. При возгорании сковороды необходимо залить ее водой.
2. Если загорелась мебель, попытайтесь тушить ее водой.
3. Загоревшиеся компьютер или телевизор нельзя тушить водой.
4. Если загорелась занавеска, сбивайте огонь мокрой тряпкой, шваброй или метлой.
5. Токсичные продукты, выделяемые при горении, не опасны для человека.
6. Чтобы быстрее выбраться из горящего здания, воспользуйтесь лифтом.
7. Если вы почувствовали запах дыма, постарайтесь не покидать комнату.
8. Возгорание необходимо начать тушить как можно раньше.
9. Мебель с трудом воспламеняется и легко тушится.
10. Короткое замыкание внутри корпуса может привести к возгоранию компьютера или телевизора.
11. Дети, испугавшись пожара, почти никогда не отзываются на незнакомые голоса.
12. Если вы собираетесь покинуть помещение из-за пожара, то постарайтесь надеть на себя как можно меньше одежды, чтобы она не мешала при движении.
13. При обнаружении пожара надо сразу перекрыть газ, выключить электричество.
14. При вызове МЧС при пожаре необходимо четко сообщить точный адрес, место пожара (помещение, этаж), время возгорания, цвет дыма, свою фамилию, номер своего телефона.
15. Лучше не сообщать о пожаре людям, работающим по соседству, чтобы избежать паники.
16. При пожаре надо распахнуть все окна и двери, чтобы не задохнуться от дыма.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как классифицируются негативные факторы?
2. Назовите основные требования, предъявляемые к системам освещения, отопления, вентиляции на рабочем месте?
3. Назовите основные факторы риска и методы их преодоления?
4. Каковы основные способы пожаротушения?
5. Что относится к первичным средствам пожаротушения?
6. Что представляет собой спринклерная система пожаротушения?
7. Что такое дренчерная система пожаротушения?
8. Что такое пожарные щиты? Как определяется необходимое для организации количество пожарных щитов?
9. Что разрабатывается администрацией предприятий на случай возникновения пожара?
10. Каковы действия людей в случае возникновения пожара, который не может быть ликвидирован собственными силами?
11. Что такое огнетушитель?
12. Как классифицируются огнетушители по объему корпуса?
13. Как классифицируются огнетушители по виду пусковых устройств?
14. Как классифицируются огнетушители по способу подачи огнетушащего состава?
15. Как классифицируются огнетушители по виду огнетушащего средства?
16. В чем недостаток порошковых огнетушителей?
17. Что запрещается при эксплуатации огнетушителей?
18. Что не допускается при работе с огнетушителями?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2.

### Тема: Изучение мероприятий по защите работающих и населения от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций. Виды СИЗ.

**Цель работы:**изучить мероприятия по защите работающих и населения от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций.

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания к практическим занятиям

**Ход занятия:**

1. Прочитайте внимательно содержание задания.
2. Выполните поочередно предложенные задания.
3. Сделайте вывод и оформите практическую работу.

### Теоретические аспекты

Потенциальность опасности представляется в скрытом характере проявления негативных воздействий деятельности человека при определенных, нередко трудно предсказуемых условиях. Суть опасности заключается в том, что возможны негативные воздействия на человека, которые приводят к ухудшению его самочувствия, различным заболеваниям, травмам и другим нежелательным последствиям.

Понимание потенциальной опасности человеческой деятельности имеет важное значение при решении теоретических и практических вопросов безопасности, связанных:

- с созданием и обустройством благоприятной среды обитания;
- рациональной организацией трудового и производственного процессов;
- широким внедрением и использованием на объектах экономики инновационных технологий и технических систем;
- качеством планируемой к выпуску и производимой промышленной продукции и т. Д.

Вредные факторы в определенных условиях могут стать причиной заболевания или снижения работоспособности людей. Опасные факторы в определенных условиях приводят к травматическим повреждениям или внезапным и резким нарушениям здоровья.

Человек и окружающая его среда (природная, производственная, городская, жилая и др.) в процессе жизнедеятельности активно взаимодействуют друг с другом через разнообразные потоки вещества, энергии и информации. Эти потоки существуют и постоянно изменяются по интенсивности в системе «человек — среда обитания».

В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены ее различными элементами (машины, сооружения, производственное оборудование и т. п.) и действиями человека.

Обеспечение безопасности техносферы — сложный процесс. В нем можно выделить исходные положения, идеи, именуемые принципами обеспечения безопасности.

Многообразие принципов обеспечения безопасности обусловливается:

- спецификой производства;
- особенностями технологических процессов;
- разнообразием применяемого оборудования и др.

Принципы важны в теоретическом и практическом отношении, так как они позволяют находить оптимальные способы защиты от опасностей. Полноценная профилактическая работа по обеспечению безопасности на стадии научно-исследовательских, опытно-конструкторских, проектных работ, а также при эксплуатации и реконструкции производственных объектов возможна лишь на основе осознанного учета принципов безопасности.

При воплощении принципов обеспечения безопасности, для непосредственного обеспечения безопасности используют различные средства защиты работающих.

Средства защиты работающих подразделяются по характеру их применения на средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ). Те и другие в

зависимости от назначения делятся на классы. При этом СКЗ классифицируются в зависимости от опасных и вредных факторов (например, средства защиты от шума, вибрации, электростатических зарядов и т. д.).

К СКЗ относятся: ограждения, блокировочные, тормозные, предохранительные устройства, световая и звуковая сигнализация, приборы безопасности, сигнальные цвета, знаки безопасности, устройства автоматического контроля, дистанционного управления, заземления и зануления, вентиляция, отопление, кондиционирование, освещение, изолирующие, герметизирующие средства и др.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) — это изделия, предназначенные для защиты органов дыхания и кожи человека от воздействия отравляющих веществ и (или) вредных примесей в воздухе.

СИЗ делятся:

- на средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, ватно-марлевые повязки);
- средства защиты кожных покровов и органов зрения (защитные костюмы, специальные очки);
- медицинские средства индивидуальной защиты.

По принципу защитного действия СИЗ подразделяются:

- на средства фильтрующего типа;
- средства изолирующего типа.

По способу изготовления СИЗ подразделяются:

- на средства, изготавливаемые промышленностью;
- средства, изготавливаемые населением.

Выбор средств производится с учетом их назначения и степеней защиты, а также конкретных условий загрязненности и характера поражения местности,

Противогаз — это средство защиты органов дыхания, зрения и кожи лица.

По типу защиты противогазы делятся:

- на фильтрующие — предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от различных отравляющих веществ; осуществляют фильтрацию окружающего воздуха; обычно возможна замена фильтрующего элемента;
- изолирующие — предназначены для генерации дыхательной смеси, то есть органы дыхания дышат не окружающим воздухом, а воздухом, генерируемым регенеративным патроном и системой кислородного обогащения;
- шланговые — применяются обычно при работе в емкостях, поставка воздушной смеси осуществляется в них с некоторого отдаления (10—40 м).

Противогаз ГП-5 в настоящее время используется для взрослого гражданского населения (рис. 13). В его комплект входят: фильтрующе-поглощающая коробка, присоединяющаяся непосредственно



Рисунок 13 -Противогаз ГП-5

к лицевой части шлема-маски, шлем- маска, сумка и незапотевающие пленки.

Противогаз ГП-7 (рис. 14) представляет собой одну из наиболее совершенных современных моделей. В комплект этого противогаза входят: фильтрующе- поглощающая коробка, лицевая часть шлема-маски, незапотевающие пленки, уплотнительные манжеты (обтюраторы), защитный чехол, сумка.



Рисунок 14 Противогаз ГП-7

Гражданский противогаз ГП-7 имеет ряд преимуществ перед противогазом ГП-5. Гражданские противогазы ГП-5 и ГП-7 надежно защищают от аэрозолей, газов и паров многих отравляющих веществ (хлора, сероводорода, синильной кислоты, фосгена, бензина, керосина, ацетона, бензола, толуола, спиртов, эфиров). Противогазы применяются как самостоятельные средства индивидуальной защиты или вместе с защитными костюмами.

Порядок надевания противогаза следующий:

- 1) по команде «Газы!» закрыть глаза, задержать воздух;
- 2) левой рукой достать из сумки противогаз, придерживая ее правой рукой;
- 3) выдернуть клапан из фильтра;
- 4) перед надеванием противогаза расположить большие пальцы рук снаружи, а остальные пальцы внутри;
- 5) приложить нижнюю часть шлем-маски к подбородку;
- 6) резко надеть противогаз на голову по направлению снизу вверх;
- 7) выдохнуть;
- 8) необходимо, чтобы после не образовалось складок, очковый узел был расположен на уровне глаз;
- 9) перевести сумку на бок.

Изолирующие противогазы — полностью изолируют органы дыхания от окружающей среды. Дыхание в таких противогазах совершается за счет запаса кислорода, находящегося в самом противогазе.

Изолирующий противогаз предназначен для защиты органов дыхания, глаз, кожи лица и головы человека при выполнении аварийных, газоспасательных и восстановительных работ. Эти противогазы позволяют работать даже там, где полностью отсутствует кислород воздуха: при авариях, стихийных бедствиях, диверсиях.

В изолирующих противогазах ИП-4М, ИП-4МК лицевая часть — маска МПА-1. Она имеет переговорное устройство и подмасочник. Регенеративный патрон РП-4 к ИП-4М и ИП-4МК обеспечивает получение кислорода для дыхания, поглощение углекислого газа и влаги из выдыхаемого воздуха. Корпус патрона снаряжен регенеративным продуктом, в котором установлен пусковой брикет. Серная кислота, выливающаяся при разрушении встроенной ампулы, разогревает регенеративный продукт и тем самым интенсифицирует его работу. Кроме того, пусковой брикет обеспечивает выделение кислорода, необходимого для дыхания в первые минуты.

Дыхательный мешок служит резервуаром для выдыхаемой газовой смеси и кислорода, выделяемого РП-4. На нем расположены фланцы, с помощью которых присоединяются РП-4 и клапан избыточного давления. Последний выпускает лишний воздух из системы дыхания, а также поддерживает в дыхательном мешке нужный объем газа под водой. Сумка предназначена для хранения и переноски противогаза. Лицевая часть изолирующе-

го противогаза не обладает достаточными термозащитными свойствами, и работать в нем рекомендуется с надетым на голову капюшоном защитного костюма.

Запас кислорода в РП-4 позволяет выполнять работы в изолирующем противогазе при тяжелых физических нагрузках в течение 45 мин, при средних — 70 мин, а при легких и в состоянии относительного покоя — 3 ч. Непрерывно работать в изолирующих противогазах со сменой РП-4 допустимо 8 ч. Повторное пребывание в них разрешается только после 12-часового отдыха, периодическое пользование противогазом — по 3—4 ч ежедневно в течение 2 недель.

Респиратор—это облегченное СИЗ органов дыхания, защищающее их от попадания аэрозолей (пыли, дыма, тумана) и вредных газов.

Респираторы производятся для различных целей:

- промышленных (индустриальные);
- военных;
- медицинских (для аллергиков, против инфекции);
- спортивных.

Классификация респираторов по назначению следующая:

- противопылевые (защищают от различных аэрозолей);
- противогазовые (защищают от вредных паров и газов);
- газопылезащитные (защищают от аэрозолей, паров и газов, если они присутствуют в воздухе одновременно).

По типам конструкции респираторы подразделяются на два вида;

- респираторы, фильтрующий материал которых одновременно служит лицевой частью;
- респираторы, у которых отдельная лицевая часть и фильтрующий элемент.

Противопылевой респиратор ШБ-2 «Лепесток» представляет собой легкую фильтрующую полумаску. Он применяется для защиты от аэрозолей в виде дыма, тумана или пыли. Респиратор ШБ-2 состоит из поролона и марли, клапаны отсутствуют.

Респиратор У-2К предназначен для защиты органов дыхания от радиоактивной и промышленной пыли, бактериальных аэрозолей. Этот респиратор представляет собой полумаску, изготовленную из двух слоев фильтрующего материала. Имеется клапан выдоха, расположенный в центре маски. При входе воздух проходит через всю поверхность респиратора, через клапан вдоха попадает в органы дыхания. При выдохе воздух через клапан выдоха выходит наружу, не попадая в фильтрующий материал. Поэтому защитные свойства респиратора не снижаются (рис. 15).

Простейший респиратор представляет собой ватно-марлевую повязку.

Ватно-марлевая повязка — это лента из марли с куском ваты внутри. Она применяется для защиты органов дыхания от радиоактивной пыли, вирусов и биологических аэрозолей.

Для надевания маски необходимо:

- 1) поперечную резинку и крепление перебросить на наружную сторону маски;
- 2) обеими руками взять нижний край крепления таким образом, чтобы большие пальцы были обращены наружу;
- 3) плотно приложить нижнюю часть корпуса маски к подбородку;

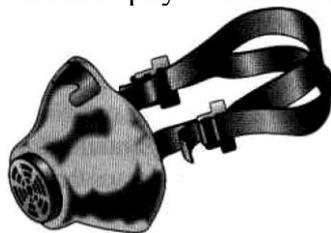


Рисунок 15 Респиратор У-2К

- 4) крепление отвести за голову и ладонями плотно прижать маску к лицу;
- 5) придать маске наиболее удобное положение на лице, расправив поперечную резинку крепления маски на голове.

Средствами индивидуальной защиты кожи называют изделия, изготовленные из специальных материалов, которые дополняют (заменяют) обычную одежду и обувь человека.

Необходимость в средствах индивидуальной защиты кожи возникает при ядерном (химическом, бактериологическом) заражении местности, а также при воздействии на человеческий организм отравляющих, радиационных веществ, биологических средств и светового потока ядерного взрыва.

Средства индивидуальной защиты кожи по принципу защитного действия подразделяются, как и средства защиты дыхания, на изолирующие и фильтрующие.

Изолирующие средства индивидуальной защиты кожи шьют из прорезиненной ткани. Они применяются при длительном нахождении на зараженной местности, при выполнении различных работ в очагах поражения и зонах заражения.

К изолирующим средствам индивидуальной защиты кожи, предназначенным для личного состава войсковых подразделений и населения, относятся:

- общевойсковой защитный комплект ОЗК;
- легкий защитный костюм Л-1;
- защитные комплекты КИХ-4, КИХ-5.

Общевойсковой защитный комплект ОЗК используется при нахождении на зараженной местности, для ведения радиационной и бактериологической разведки. Комплект состоит из защитного плаща с капюшоном из специальной прорезиненной ткани, защитных чулок, подошвы которых усилены брезентовой или резиновой основой, и защитных перчаток. Перчатки подразделяются на зимние (трехпалые) и летние (пятипалые).

Легкий защитный костюм Л-1 используется при ведении химической (бактериологической) разведки, для выполнения дезактивационных и дезинфекционных работ. Защитный костюм состоит из рубашки с капюшоном, брюк с чулками, двупалых перчаток, подшлемника.

Изолирующие химические комплекты КИХ-4 и КИХ-5 предназначены для защиты бойцов аварийно-спасательных формирований и войск ГО и газоспасательных отрядов при выполнении работ в условиях воздействия хлора, паров высокой концентрации азотной кислоты, жидкого аммиака.

Каждый комплект состоит из защитного костюма, резиновых и хлопчатобумажных перчаток, Костюм представляет собой герметичный комбинезон с капюшоном. В лицевую часть капюшона вклеено панорамное стекло. Надевать и снимать этот защитный костюм следует при помощи лаза, расположенного на спинке комбинезона. Швы костюма герметизируются с лицевой стороны с помощью проклеенной ленты. КИХ-4 (КИХ-5) надевается поверх обычной одежды. Комплект КИХ-5 используется с изолирующим противогазом, размещенным внутри костюма,

К фильтрующим средствам индивидуальной защиты кожи относится комплект защитной одежды ЗФО-МП. Данный комплект предназначен для защиты кожных покровов человека от сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), находящихся в парокапельном состоянии.

Комплект ЗФО-МП состоит из куртки с капюшоном, брюк, белья из бязи, перчаток и специальных ботинок, Комплект двухслойный. Верхний слой изготавливается из ткани с пропиткой, защищающей от воздействия кислот. Внутренний слой — из хлопчатобумажной ткани с пропиткой, связывающей пары действующего химического вещества.

К подручным средствам защиты кожи относятся обычная одежда и обувь. Накидки и плащи из прорезиненной ткани, пальто из драпа или кожи хорошо защищают от радиоактивной пыли. Они также могут защитить от капельно-жидких ОВ, бактериальных средств. Резиновые сапоги промышленного и бытового назначения, галоши, валенки с галошами служат для защиты ног. Обыкновенную обувь на время выхода из зараженной местности можно обернуть плотной бумагой в несколько слоев, брезентом и мешковиной.

Для защиты рук можно использовать резиновые или кожаные перчатки и рукавицы. Одежду застегивают на все пуговицы, воротник плаща или пальто поднимают и обвязывают шарфом. Для защиты шеи и открытой части головы, не защищенной маской, надевают капюшон. Надо понимать, что подручные средства защиты кожи носят только вспо-

могательный характер, они не защищают от высоких концентраций сильнодействующих ядовитых веществ.

Ватно-марлевая повязка готова к использованию. Для прочности ватно-марлевою повязку прошивают нитками с двух сторон вокруг ваты. Медицинские ватно-марлевые повязки меняют каждые 3 — 4 часа. После использования их необходимо выбрасывать, маски не стираются.

**Защита населения от ЧС** — это совокупность взаимоувязанных по времени, ресурсам и месту проведения мероприятий Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС), которые направлены на предотвращение или предельное снижение потерь населения и угрозы его жизни и здоровью от поражающих факторов и воздействий источников ЧС.

Необходимость подготовки и осуществления мероприятий по защите населения от ЧС природного и техногенного характера обуславливается:

- риском для человека подвергнуться воздействию поражающих факторов стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф;
- предоставленным законодательством правом людей на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения ЧС.

Меры по защите населения от ЧС осуществляются силами и средствами предприятий, учреждений, организаций, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, на территории которых возможна или сложилась ЧС.

Комплекс мероприятий по защите населения включает:

- оповещение населения об опасности, его информирование о порядке действий в сложившихся чрезвычайных условиях;
- эвакуационные мероприятия;
- меры по инженерной защите населения;
- меры радиационной и химической защиты;
- медицинские мероприятия;
- подготовку населения в области защиты от ЧС.

Одно из главных мероприятий по защите населения от ЧС природного и техногенного характера — его оповещение и информирование о возникновении или угрозе возникновения какой-либо опасности. Оповестить население означает своевременно предупредить его о надвигающейся опасности и создавшейся обстановке, а также проинформировать о порядке поведения в этих условиях. Заранее установленные сигналы, распоряжения и информация относительно возникающих угроз и порядка поведения в создавшихся условиях доводятся в сжатые сроки до органов управления, должностных лиц и сил РСЧС.

Защитные сооружения - это инженерные сооружения, специально предназначенные для исключения или максимального снижения потерь от радиоактивного, химического, бактериального заражения и взрывчатых веществ.

Классификация защитных сооружений:

1 По защитным свойствам:

- убежища;
- противорадиационные укрытия (ПРУ);
- простейшие укрытия.

2 По назначению:

- для защиты населения;
- для размещения органов управления (пунктов управления, узлов связи).

3. По расположению:

- встроенные;
- отдельно стоящие.

4 По срокам строительства:

- построенные заблаговременно в мирное время;

-быстровозводимые (строятся при угрозе нападения).

Убежища обеспечивают укрываемых защитой от расчетного воздействия поражающих факторов ядерного оружия (без учета прямого попадания), бактериальных (биологических) средств (БС), отравляющих веществ (ОВ), а также при необходимости, от сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), радиоактивных продуктов при разрушении ядерных энергоустановок, высоких температур и продуктов горения при пожарах.

Все убежища должны обеспечить защиту укрываемых от воздействия избыточного давления во фронте ударной волны ядерного взрыва - 100 кПа (1 кгс/кв.см) и иметь степень ослабления дозы радиации ионизирующего излучения, равную 1000.

Система жизнеобеспечения убежищ должна обеспечивать непрерывное пребывание в них расчетного количества укрываемых в течение двух суток.

По вместимости убежища подразделяются:

- до 300 чел. - малой вместимости;
- 300-600 чел. - средней вместимости;
- более 600 чел. - большой вместимости.

В убежищах имеются основные и вспомогательные помещения. К основным относятся:

- помещение для укрываемых;
- пункты управления;
- санитарный пост (медпункт). К вспомогательным относятся:
- фильтровентиляционные помещения;
- санитарные узлы;
- защищенные дизельэлектростанции;
- электрощитовая;
- помещение для хранения продуктов,
- станции перекачки;
- балонная;
- тамбур-шлюз;
- тамбуры.

Норма площади на одного укрываемого 0,5 м.кв. при двухъярусном расположении нар и 0,4 м.кв. при трехъярусном расположении пар. Объем помещения на одного укрываемого - 1,5 м.куб.

Высота помещений от 2,15 до 3, 5 м. Допускается не менее 1,85 м.

Количество мест для лежания из расчета: 20% вместимости при 2-х ярусном и 30% при 3-х ярусном расположении нар.

Система фильтровентиляции работает, как правило, в 2-х режимах:

- чистой вентиляции - воздух очищается от радиоактивной пыли;
- фильтровентиляции - воздух очищается в фильтрах, кроме того и от отравляющих веществ и бактериальных средств.

Количество воздуха, подаваемого на одного укрываемого;

- по режиму чистой вентиляции - до 13 куб.м.;
- по режиму фильтровентиляции - до 3 куб.м.

Требуемое количество воздуха зависит от окружающей температуры и учитывается при проектировании убежищ.

Санитарные узлы в убежищах - не менее двух, отдельно для женщин и мужчин.

Отопление в убежищах отключается после заполнения убежища укрываемыми.

Предусматривается аварийный запас воды на одного укрываемого - 3 литра в сутки.

В убежищах малой вместимости устанавливаются, как правило, электроручные вентиляторы для подачи и распределения воздуха в помещения убежища.

Для убежищ средней и большой вместимости предусматривается установка защищенных дизель- электростанций.

В убежищах имеется, как правило, не менее двух выходов, один из них может использоваться как аварийный выход. Наружные двери в убежищах - защитно-герметические, внутренние - герметические.

Быстровозводимые убежища - это защитные сооружения с упрощенным оборудованием, возводимые в сжатые сроки с ведением угрозы нападения противника в срок от 15 суток до 1 месяца.

Вместимость их, как правило, на 50 и 100 человек.

Перевод помещений, используемых в мирное время, на режим защитного сооружения осуществляется по распоряжению начальника

Гражданской обороны в определенные им сроки, но не превышающие 12 часов.

Приведение в готовность защитных сооружений к приему укрываемых, осуществляется личным составом группы (звена) по обслуживанию защитного сооружения. Количество личного состава группы (звена) определяется от вместимости защитного сооружения и наличия инженерно-технического оборудования.

Порядок приведения в готовность защитных сооружений, их эксплуатация и обслуживание определены в «Инструкции по эксплуатации защитных сооружений ГО в мирное и военное время».

Противорадиационные укрытия (ПРУ) должны обеспечивать защиту укрываемых от воздействия ионизирующих излучений при радиоактивном заражении (загрязнении) местности и допускать непрерывное прибывание в них расчетного количества укрываемых в течение двух суток. При расположении ПРУ в зоне возможных слабых разрушений их ограждающие конструкции должны быть рассчитаны на избыточное давление во фронте ударной волны равное 20 кПа (0,2 кгс/кв.см).

Для защиты от отравляющих веществ и бактериальных средств, применяются противогазы. ПРУ предназначены для защиты рабочих и служащих объектов хозяйствования, расположенных за пределами зон возможных сильных разрушений, а также населения, проживающего в некатегоризированных городах, поселках и населенных пунктах, и населения, эвакуируемого в указанные города, поселки и населенные пункты.

При недостатке заглубленных помещений, которые могут быть использованы для укрытия людей, строятся специальные ПРУ. Для их строительства применяются подручные строительные материалы,

Вместимость ПРУ, как правило, 10-50 чел., а в отдельных случаях 100-500 чел.

В составе ПРУ предусматриваются помещения для размещения укрываемых, санузлов, вентиляции и для хранения загрязненной верхней одежды.

Норма площади пола на одного укрываемого такая же, как в убежищах. Количество входов в ПРУ не менее двух. Для проветривания ПРУ оборудуются системой вентиляции.

Вентиляция укрытий вместимостью до 50 чел. обычно осуществляется естественным проветриванием через приточный и вытяжной короба, вместимостью свыше 50 чел. - принудительной системой вентиляции. В укрытиях предусматриваются места для хранения продуктов питания, коллективной аптечки и инструментов.

### **Простейшие укрытия**

Простейшее укрытие — это открытая щель, длина которой определяется из расчета 0,5 м на одного укрываемого.

В последующем защитные свойства открытой щели усиливаются путем устройства перекрытия с грунтовой обсыпкой и защитной двери. Такое укрытие называется перекрытой щелью.

При недостатке убежищ и ПРУ, а также при отсутствии средств и времени - всем трудоспособным населением строятся простейшие укрытия - щели (открытые и перекрытые).

Они защищают укрываемых от ударной волны, светового излучения и проникающей радиации ядерного взрыва. Потери уменьшаются в 1,5-2 раза по сравнению с расположением на открытой местности. Возможность облучения уменьшается в 2-3 раза.

Если же щель перекрыть, то защита от светового излучения будет полная, от ударной волны увеличивается в 2,5-3 раза, а от проникающей радиации в 200-300 раз. Перекрытие щели будет предохранять, кроме того, от непосредственного попадания на одежду людей радиоактивных веществ, а также от поражения обломками разрушающихся зданий.

При укрытии в ПРУ и простейших укрытиях следует использовать средства индивидуальной защиты.

Простейшие укрытия являются промежуточным этапом в обеспечении населения защитными сооружениями, такими как убежища и ПРУ.

Щели первоначально устраиваются открытыми. Они роются глубиной 180-200 см, шириной по верху 110-120 см и по дну - до 80 см.

Длина щели определяется количеством укрываемых и определяется из расчета на одного человека 50-60 см. Нормальная вместимость щели 10-15 чел., наибольшая - 50 чел.

Содержание и эксплуатация защитных сооружений в мирное время

Защитные сооружения в мирное время должны использоваться для нужд экономики и обслуживания населения в соответствии с проектом.

При эксплуатации ЗС в мирное время должны выполняться все требования, обеспечивающие пригодность помещений к переводу их в установленные сроки на режим защитных сооружений и необходимые условия для пребывания людей в защитных сооружениях в период опасности.

Защитные сооружения в мирное время рекомендуется использовать как:

- учебные пункты, классы ГО и ЧС;
- складские помещения для хранения имущества ГО и негорючих материалов;
- производственные непожароопасные помещения;
- технологические, транспортные и пешеходные тоннели;
- помещения дежурных электриков, связистов, дежурных бригад;
- гаражи для легковых автомобилей;
- помещения торговли и общественного питания,
- спортивные помещения;
- помещения бытового обслуживания.

Недопустимо устраивать в ЗС овощехранилища, хранить вредные для человека и огнеопасные вещества. Недопустимо проводить в ЗС демонтаж оборудования, нарушать целостность ограждающих конструкций.

Для контроля за состоянием и содержанием ЗС проводятся ежегодные и специальные осмотры ЗС. Один раз в 5 лет проводятся комплексные проверки ЗС. В ходе них проверяется: герметичность ЗС, работоспособность всего инженерно-технического оборудования и защитных устройств, возможность приведения ЗС в готовность в соответствии с планами, эксплуатация ЗС в течение 6 часов с проверкой работы по режимам вентиляции.

Ремонт ЗС проводится в соответствии с действующим положением о проведении планово-предупредительных ремонтов зданий и сооружений в зависимости от их назначения в мирное время.

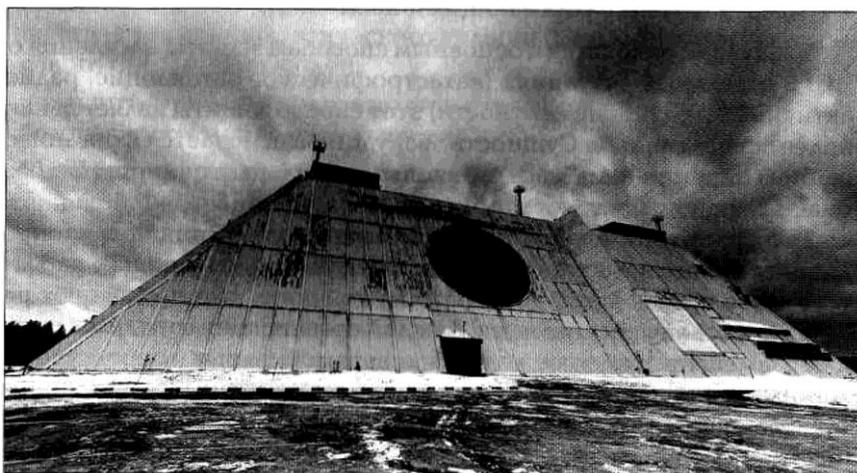


Рисунок 7. Защитное сооружение

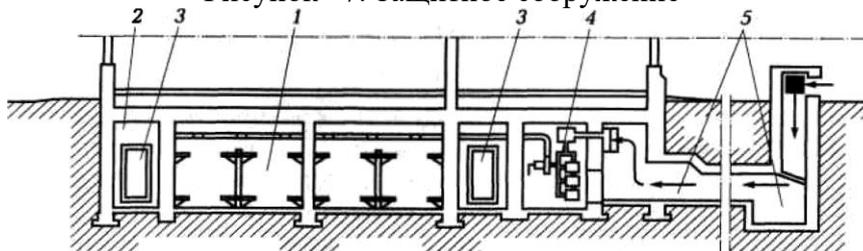


Рисунок 8 Противорадиационное укрытие:

1 — отсеки для укрываемых людей; 2 — тамбур; 3 — защитно-герметические двери; 4 — фильтровентиляционная установка; 5 — аварийный выход, используемый для забора воздуха

## Контрольные вопросы и задания

**Задание 1.** Изучите общие понятия, связанные с опасностями, негативными факторами техносферы, и ответьте на контрольные вопросы.

**Задание 2.** Изучите мероприятия, направленные на защиту работающих и населения от негативных воздействий ЧС, и порядок организации оповещения населения и ответьте на контрольные вопросы.

**Задание 3.** Изучите организацию проведения эвакуационных мероприятий и меры по инженерной защите и ответьте на контрольные вопросы.

**Задание 4.** Для понятий из столбца 1 подберите определения из столбца 2 или продолжите фразу

№ п/п	1	№ п/п	2
1	Жизнедеятельность — это	1	в определенных условиях приводят к травматическим повреждениям или внезапным и резким нарушениям здоровья
2	Потенциальность опасности	2	потоки вещества, энергии и информации воздействуют на человека и среду обитания. Они не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека

3	Вредные факторы	3	потоки вещества, энергии и информации соответствуют оптимальным условиям взаимодействия. Они создают оптимальные условия деятельности и отдыха, предпосылки для проявления наивысшей работоспособности, гарантируют сохранение здоровья человека
4	Опасные факторы	4	потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в природной среде
5	Взаимодействия в системе «человек—среда обитания» можно классифицировать следующим образом:	5	представляется в скрытом, неявном характере проявления негативных воздействий деятельности человека при определенных, нередко трудно предсказуемых условиях
6	Взаимодействия в системе «человек — среда обитания» можно классифицировать как оптимальные, если	6	потоки вещества, энергии и информации превышают допустимые уровни, оказывают негативное воздействие на здоровье, при длительном воздействии вызывают заболевания, могут привести к деградации природной среды
7	Взаимодействия в системе «человек — среда обитания» можно классифицировать как допустимые, если	7	повседневная деятельность и отдых, способ существования человека при реализации своих личных жизненных устремлений во взаимосвязи с общественными интересами
8	Взаимодействия в системе «человек — среда обитания» можно классифицировать как опасные, если	8	комфортные, допустимые, опасные, чрезвычайно опасные
9	Взаимодействие в системе «человек — среда обитания» можно классифицировать как чрезвычайно опасное, если	9	в определенных условиях могут стать причиной заболевания или снижения работоспособности людей

**Задание 5.** Решите ситуационную задачу.

При перевозке цистерны с хлором по железной дороге произошла его утечка. Облако хлора ветром понесло в сторону поселка Н. Составьте текст речевой информации для оповещения населения поселка.

**Задание 1.** Изучите виды и характеристику средств индивидуальной защиты от поражающих факторов в ЧС мирного и военного времени.

**Задание 2.** Для понятий из столбца 1 подберите определения из столбца 2 или продолжите фразу.

№ п/п	1	№ п/п	2
1	СИЗ делятся на	1	поставки воздушной смеси с некоторого отдаления, обычно они применяются при работе в емкостях
2	По принципу защитного действия СИЗ подразделяются на	2	изолирующие средства индивидуальной защиты кожи
3	Противогаз — это	3	гражданские противогазы
4	Респиратор — это	4	фильтрующе-поглощающая коробка, присоединенная непосредственно к лицевой части шлема-маски, шлем- маска, сумка и незапотевающие пленки
5	Изолирующие противогазы предназначены для	5	облегченное СИЗ органов дыхания, защищающее их от попадания аэрозолей и вредных газов
6	Шланговые противогазы предназначены для	6	средства фильтрующего типа, средства изолирующего типа
7	ГП-5, ГП-7 — это	7	фильтрующе-поглощающая коробка, шлем-маска, незапотевающие пленки, уплотнительные манжеты (обтюраторы), защитный чехол, сумка
8	Комплекты ОЗК, КИХ-4, КИХ-5 — это	8	средства защиты органов дыхания; средства защиты кожных покровов и органов зрения; медицинские средства индивидуальной защиты
9	В комплект ГП-5 входят	9	средство защиты органов дыхания, зрения и кожи лица
10	В комплект ГП-7 входят	10	генерации дыхательной смеси

**Задание 3.** Внимательно прочитайте утверждения, оцените их правильность и разместите их в соответствующие столбцы таблицы («Правильно» или «Неправильно»).

Правильно	Неправильно

1. Гражданские противогазы ГП-5 и ГП-7 надежно защищают от аэрозолей, газов и паров многих отравляющих веществ (хлора, сероводорода, синильной кислоты, фосгена, бензина, керосина, ацетона, бензола, толуола, спиртов, эфиров).

2. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) — это средства защиты органов дыхания, зрения и кожи лица.

3. К изолирующим средствам индивидуальной защиты кожи относится комплект защитной одежды ЗФО-МП.

4. Для изготовления ватно-марлевой повязки необходимо взять отрезок марли длиной 100 см, шириной 60 см, разложить марлю на столе, сложить марлю в четыре слоя, разрезать по длине оставшиеся концы марли с каждой стороны, чтобы получились завязки.

5. По типам конструкции респираторы делятся на противоцылевые, противогазовые и газопылезащитные.

6. Для надевания противопыльной тканевой маски необходимо:

- 1) поперечную резинку и крепление перебросить на наружную сторону маски;
- 2) обеими руками взять нижний край крепления таким образом, чтобы большие пальцы были обращены наружу;
- 3) плотно приложить нижнюю часть корпуса маски к подбородку;
- 4) крепление отвести за голову и ладонями плотно прижать маску к лицу;
- 5) придать маске наиболее удобное положение на лице, расправив поперечную резинку крепления маски на голове.

7. Стандартная ватно-марлевая повязка имеет полукруглую форму и четыре завязки.

**Задание 4.** Закрепите порядок надевания респиратора.

Техническое оснащение: респираторы ШБ-2, У-2К или др.

Используя различные виды респираторов, освоите методику их надевания на себя и пострадавшего.

**Задание 5.** Изготовьте ватно-марлевую повязку.

Техническое оснащение: отрезки марли по числу обучающихся длиной 100 см и шириной 60 см, вата 30x20 см, толщиной 2 см, нитки, иголки, ножницы.

Для изготовления ватно-марлевой повязки необходимо:

- 1) взять отрезок марли длиной 100 см и шириной 60 см;
- 2) разложить марлю на столе;
- 3) на середину марли ровно выложить слой ваты толщиной 1 — 2 см и размером 30 x 20 см;
- 4) сложить марлю по всей длине, накладывая на вату;
- 5) разрезать по длине оставшиеся концы марли с каждой стороны, чтобы получились завязки.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что относится к средствам индивидуальной защиты кожи?
2. Каким образом средства индивидуальной защиты кожи подразделяются по принципу защитного действия?
3. Каким образом средства индивидуальной защиты кожи подразделяются по способу изготовления?
4. Что такое противогаз?
5. Для чего предназначены фильтрующие противогазы? изолирующие? шланговые?
6. Что входит в комплект противогаза ГП-7?
7. Каков порядок надевания противогаза?
8. Что такое респиратор?
9. Какова классификация респираторов по назначению? по типам конструкции?
10. Что входит в комплект респиратора У-2К?
11. Каким образом нужно надевать респиратор?
12. Что необходимо для изготовления ватно-марлевой повязки?
13. Что относится к подручным средствам индивидуальной защиты?
14. Могут ли подручные средства защитить от высоких концентраций сильнодействующих
15. Что такое жизнедеятельность?
16. В чем заключается суть опасности?
17. Чем обусловлены негативные воздействия в условиях техносферы?
18. Каковы типы взаимодействия в системе «человек — среда обитания»?
19. При каком взаимодействии человека и среды обитания достигаются оптимальные условия для деятельности и отдыха?
20. Чем отличается опасное взаимодействие от допустимого?

21. Что понимают под защитой населения от ЧС?
22. Какие требования предъявляют к помещениям, приспособленным под ПРУ?
22. Чем оцениваются защитные свойства ПРУ?
23. Что представляют собой простейшие укрытия?
24. В чем отличие открытой щели от перекрытой?

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.**

#### **Тема: Приборы ГО и химической разведки.**

**Цель работы:** знакомство с приборами гражданской обороны и химической разведки, изучение принципов их работы и методик оценки радиационной обстановки.

**Материальное обеспечение:**

1. Дозиметр, химическая линейка «ХЛ-4», радиационная линейка РЛ-3
2. Методические указания к практическим занятиям

**Ход занятия:**

1. Прочитайте внимательно содержание задания.
2. Выполните поочередно предложенные задания.
3. Сделайте вывод и оформите практическую работу.

#### **Теоретические аспекты**

Для того, чтобы своевременно выявлять и оценивать радиационную и химическую обстановку в военное время и при ЧС необходимо вести радиационное и химическое наблюдение, радиационную и химическую разведку местности (определять границы зон химического заражения, очагов химического поражения, зон радиоактивного загрязнения, определять уровни радиации и тип применяемого противником ОВ). Для осуществления таких мероприятий необходимо иметь средства, способные обнаружить химические и радиоактивные вещества в окружающей среде, измерить величины, характеризующие их и степень опасности или полученного поражения людей этими веществами.

Таковыми средствами являются соответствующие приборы, которыми оснащаются специальные формирования радиационной и химической разведки и посты радиационного и химического наблюдения.

В настоящее время имеется большое количество приборов, позволяющих осуществлять контроль радиационного и химического заражения и вести разведку в зонах заражения, различных по техническим характеристикам и конструкции, в том числе основанных на последних достижениях радиоэлектроники и автоматики. Однако в условиях применения в военных конфликтах новейших средств поражения, способных выводить из строя даже самое совершенное электронное оборудование и приборы, на оснащении формирований ГО продолжают оставаться приборы, основанные на простейших принципах обнаружения и измерения радиационного и химического заражения и электрических схемах (устаревших с точки зрения современной науки и техники), однако неуязвимых для современных средств радиоэлектронной борьбы. Поэтому в данном пособии приведены сведения, как о современных, так и выпускаемых уже много лет дозиметрических приборах и приборах химической разведки.

**Измеритель мощности дозы**

Измерители мощности дозы (рентгенметры) ДП – 5А, ДП – 5Б и ДП - 5В являются основными дозиметрическими приборами для измерения уровней радиации (мощности дозы излучения) и радиоактивной зараженности различных предметов по **гамма-излучению**.

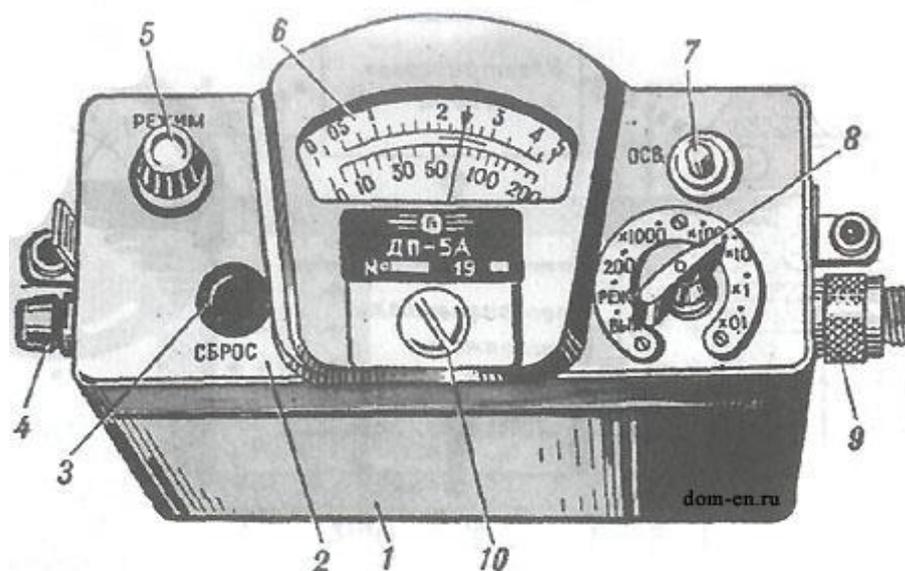


Рисунок 9 Измерительный пульт рентгенометра дозиметра ДП-5 А: 1 — кожух; 2 — панель; 3 — кнопка сброса показаний микроамперметра; 4 — гнездо включения телефонов; 5 — ручка потенциометра регулировки режима работы; 6 — микроамперметр; 7 — тумблер подсвета шкал; 8 — переключатель поддиапазонов; 9 — разъемное соединение для подключения кабеля зонда; 10 — пробка корректора механической установки нуля

Диапазон измерений ДП-5А разбит на шесть поддиапазонов. На панели измерительного пульта размещаются (рис. 9): микроамперметр (6), переключатель поддиапазонов (8), ручка потенциометра регулировки режима работы (5), кнопка сброса показаний (3), тумблер подсвета шкал (7), гнездо включения телефонов (4).

Таблица 2 - Диапазон измерений рентгенометра (дозиметр ДП-5А)

Поддиапазоны	Положение ручки переключателя	Шкала	Ед-ца измерения	Пределы измерений
1	200	0-200	Р/ч	5-200
2	X 1000	0-5	мР/ч	500-5000
3	X 100	0-5	мР/ч	50-500
4	X 10	0-5	мР/ч	5-50
5	X 1	0-5	мР/ч	0,5 – 5
6	X 0,1	0-5	мР/ч	0,05-0,5

Зонд герметичен. В нем размещены два газоразрядных счетчика и другие элементы электрической схемы, имеется окно для индикации бета-излучения, заклеенное водостойкой пленкой, а также поворотный экран, который фиксируется в двух положениях — «Б» и «Г» (ДП-5В — положения «Г», «Б», «К»). Питается прибор от трех элементов, которые обеспечивают его непрерывную работу в течение 40 ч, или от посторонних источников постоянного тока напряжением 3,6 или 12 В. Масса прибора 2,1 кг.



Рисунок 10 Комплект дозиметров ДП-24

**Комплект дозиметров ДП-24** (Рис. 10) аналогичен ДП-22В, но включает 5 дозиметров ДКП-50А (ДП-22В имеет 50 дозиметров ДКП-50А).

Предназначен для измерения экспозиционной дозы гамма-излучения с помощью прямо показывающих дозиметров ДКП-50А. В комплект входит 5 дозиметров ДКП-50А, зарядное устройство ЗД-5, техническая документация и футляр.

Диапазон измерений от 2 до 50 Р при изменении мощности дозы -излучения от 0,5 р/ч до 200р/ч. Погрешность измерений  $\pm 10\%$ . Саморазряд дозиметров не превышает 4 Р в сутки. В ЗД-5 два сухих элемента 1,6ПМЦУ-2 (приборный марганцево-цинковый элемент универсальный) с э.д.с. 1,6 В и емкостью 8 Ач. Время непрерывной работы 30 ч при  $j_{\text{max}}=200$  мА. Напряжение на выходе ЗД-5 - 180-250 В, питающее электроды ИК.

Принцип действия дозиметров типа ДКП-50А и ИД-1 основан на следующем: при воздействии ионизирующего излучения на заряженный дозиметр в объёме конденсаторной ионизационной камеры возникает ионизационный ток, уменьшающий потенциал конденсатора 3 и ИК. Уменьшение потенциала пропорционально дозе облучения. Измеряя изменение потенциала, можно судить о полученной дозе. Измерение потенциала производится с помощью малогабаритного электроскопа, помещённого внутри ИК. Отклонение подвижной системы электроскопа - платинированной визирной нити 4 - измеряется с помощью отсчётного микроскопа 10 со шкалой, отградуированной в рентгенах (Р) или радах (рад). Зарядный потенциал ИК выбран в пределах от 180 до 250 В.

Зарядное устройство предназначено для зарядки дозиметров ДКП-50А. В корпусе ЗД-5 размещены: преобразователь напряжения, выпрямитель высокого напряжения, потенциометр-регулятор напряжения, лампочка для подсвета зарядного гнезда, микровыключатель и элементы питания.

Питание осуществляется от двух сухих элементов типа 1,6-ПМЦ-У-8, обеспечивающих непрерывную работу прибора не менее 30 ч при токе потребления 200 мА. Напряжение на выходе зарядного устройства плавно регулируется в пределах от 180 до 250 В.

Дозиметр карманный прямопоказывающий ДКП-50А (рис. 11) предназначен для измерения экспозиционных доз гамма-излучения. Конструктивно он выполнен в форме авторучки. Принцип действия дозиметра подобен действию простейшего электроскопа. В процессе зарядки дозиметра визирная нить электроскопа отклоняется от внутреннего электрода под влиянием сил электростатического отталкивания.

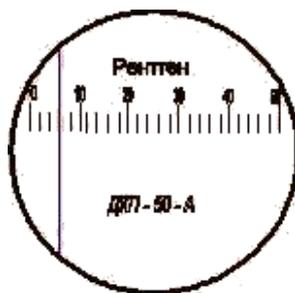


Рисунок 11 Дозиметр карманный прямопоказывающий ДКП-50А

Отклонение нити зависит от приложенного напряжения, которое при зарядке регулируют и подбирают так, чтобы изображение визирной нити совмещалось с нулем шкалы отсчетного устройства. При воздействии гамма-излучения на заряженный дозиметр в рабочем объеме камеры возникает ионизационный ток. Экспозиционную дозу излучения определяют по положению нити на шкале отсчетного устройства. Отсчет необходимо производить при вертикальном положении нити, чтобы исключить влияние на показание дозиметра прогиба нити от веса.

Показание дозиметра снимается на свету при вертикальном положении нити.

**Военный прибор химической разведки.**



Рисунок 12 - Прибор ВПХР

Прибор ВПХР (Рис. 12) состоит из корпуса и размещённых в нём насоса, бумажных касет с индикаторными трубками, противодымных фильтров, насадки к насосу, защитных колпачков, грелки и патронов к ней, электрофонаря. Кроме того, в комплект прибора входят лопатка, инструкция-памятка по определению зарина, зомана, VX-газов и инструкции по эксплуатации прибора. Для переноски прибора ВПХР имеется плечевой ремень с тесьмой, вес прибора около 2,3 кг.

Ручной насос — поршневой, применяется для прокачивания исследуемого воздуха через Индикатор трубки. При 50 качаниях насоса в мин. через индикаторную трубку проходят 1,8 — 2 литра воздуха. Насос состоит из головки, цилиндра, штока, рукоятки штока. Насос помещается в металлической трубе, вмонтированной в корпус прибора. Внутри трубы имеется пружина, предназначенная для выталкивания насоса при открывании защёлки. Насос вкладывается в трубу рукояткой штока наружу. В головке насоса размещены нож для надреза концов индикаторных трубок и гнездо для установки индикаторной трубки. На торце головки имеются два глухих отверстия для обламывания концов трубок. Кроме того, в головке размещены резиновый клапан и седло клапана. Для обеспечения герметичности соединения головки с клапаным устройством предусмотрены резиновые прокладки. В цилиндр насоса впрессовано направляющее кольцо с 4-мя отверстиями для

выхода при обратном входе насоса. На шток насоса надета резиновая манжета, закрепляемая втулкой.

В рукоятке штока размещены ампуловскриватель и сердечник. Ампуловскриватель служит для разбивания ампул, имеющих в индикаторных трубках. Сердечник фиксирует ампуловскривателя, три зелёные полоски индикаторной трубки с тремя зелёными кольцами, красная полоса с точкой индикаторной трубки с одним красным кольцом и точкой.

Насадка к насосу предназначена для работы с приборами в дыму, при определении ОВ на почве, вооружении, технике и в сыпучих материалах. Корпус насадки имеет четыре прорези и соединён с воронкой. В корпус насадки вставлен стеклянный цилиндр. По резьбе основания воронки свободно движется специальная гайка с укреплённым на ней откидным прижимным кольцом. Для фиксации прижимного кольца в нужном положении служит защёлка. Герметизация соединения стеклянного цилиндра с корпусом насадки с насосом достигается двумя резиновыми прокладками.

Противодымные фильтры — состоят из одного слоя фильтрующего материала и нескольких слоёв капроновой ткани. Фильтры используются для определения ОВ в дыму или в воздухе, содержащем пары веществ кислого характера, а также для определения ОВ из почвы или сыпучих материалов. При длительном хранении приборов фильтры находятся в чехле из полиэтиленовой пленки. При эксплуатации чехол снимают.

Защитные колпачки для предохранения внутренней поверхности воронки насадки от заражения ОВ, изготавливаются из полиэтилена и имеют отверстия для прохода воздуха. Электрофонарь — применяется для наблюдения в ночное время за изменением окраски индикаторных трубок. Состоит из корпуса, головки и элемента, установленного в специальную обойму. Фонарь включается при повороте головки фонаря вправо. При повороте головки влево фонарь выключается.

Грелка — служит для подогрева трубок при определении ОВ при пониженной температуре окружающего воздуха (от — 40 до +50 °С). Грелка состоит из корпуса и патронов. Корпус грелки представляет собой пластмассовый корпус с ввинчивающейся крышкой. Внутри корпуса установлен сердечник. Снаружи корпус имеет две бобышки, в отверстия которых помещён штырь, фиксированный пружиной. Патрон грелки состоит из металлической гильзы, ампулы с раствором и пластмассового колпачка. На дно гильзы насыпан порошок магнезия, закрытый сверху прокладкой из фильтровальной бумаги. И такой же бумагой обложена внутренняя боковая поверхность патрона. Между ампулой и торцевой внутренней поверхностью пластмассового колпачка вложены тампон из гигроскопической ваты и металлическая сетка. Пластмассовый колпачок имеет центральное отверстие, закрытое у неиспользованных патронов плёнкой. В это отверстие вводится штырь для разбивания ампулы с раствором в момент использования патрона. В комплект прибора входят 10 патронов (кассета рассчитана на 15 патронов, поэтому прибор может комплектоваться 15-ю патронами грелки), расположенных в специальной кассете. В зависимости от температуры окружающей среды в течение первых 3 мин. с момента разбивания ампулы патрона температура в грелке достигает +35 — 85 °С и по истечении 7 мин. должна быть не ниже +20 °С, при — 20 °С достигает +85 °С и по истечении 7 мин. должна быть не ниже +30 °С, температура в грелке до +15 °С сохраняется в течение 15-20 мин.

Индикаторные трубки предназначены для определения ОВ и представляют собой запаянные стеклянные трубки, внутри которых помещены наполнитель и стеклянные ампулы с реактивами. На верхней части индикаторной трубки нанесена условная маркировка, показывающая, для обнаружения какого ОВ она предназначена:

ИТ—44 (красное кольцо и красная точка) — для определения фосфорорганических ОВ (ФОВ) — [зарина](#), [зомана](#), [V-газов](#);

ИТ—45 (три зелёных кольца) — для определения [фосгена](#), [дифосгена](#), [синильной кислоты](#), [хлорциана](#);

ИТ—36 (одно жёлтое кольцо) — для определения [иприта](#).

ИТ—37 (два жёлтых кольца) — для определения [азотистого иприта](#).

ИТ—38 (три жёлтых кольца) — для определения [люизита](#).

Десять индикаторных трубок (ИТ) с одинаковой маркировкой размещаются в бумажной кассете. На лицевой стороне кассеты имеется колориметрический цветной эталон, краткие указания о порядке работы с индикаторной трубкой, дата изготовления и гарантийный срок годности.

**Задание 1.** Изучить устройство, принцип работы измерителя мощности дозы (рентгенометра ДП - 5А). Указать отличительную особенность ДП - 5А от ДП - 5Б и ДП - 5В. Данные записать в таблицу

Параметры	Марка прибора		
	ДП-5А	ДП-5Б	ДП-5В
1	2	3	4
1. Диапазон измерения по излучению (мР/ч Р/ч) 2. Диапазон суммарного излучения 3. Интервал температуры окружающего воздуха (°С). 4. Относительная влажность (%). 5. Питание прибора 6. Масса полного комплекта (кг) 7. Глубина погружения зонда в воду			

**Задание 2.** Ознакомьтесь с устройством и дать техническую характеристику приборов ДП - 22 В, ДП - 24. Данные записать в таблицу.

Параметры	Марка прибора		
	ДП-22В	ДП-24	ДКП-50
1. Диапазон измерения дозы облучения (Р) 2. Интервал температуры работоспособности прибора (°С) 3. Масса комплекта в укладочном ящике (кг) 4. Масса одного дозиметра (г).			

**Задание 3.** Ознакомьтесь с устройством ВПХР, методикой определения ОВ в воздухе и в сыпучих материалах.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Какие приборы химической разведки Вы знаете?
2. перечислите приборы гражданской обороны.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

**Тема:** Характеристика ЧС природного происхождения.

**Цель работы:** изучить виды ЧС природного происхождения.

**Материальное обеспечение:**

2. Методические указания к практическим занятиям

#### **Ход занятия:**

1. Прочитайте внимательно содержание задания.
2. Выполните поочередно предложенные задания.

3. Сделайте вывод и оформите практическую работу.

### Теоретические аспекты

**Чрезвычайные ситуации геологического характера.** К стихийным бедствиям, связанным с геологическими природными явлениями, относятся землетрясения, извержения вулканов, оползни, сели, снежные лавины, обвалы, просадки земной поверхности в результате карстовых явлений.

*Землетрясения.* Они представляют собой подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре и передающиеся на большие расстояния. *Очаг землетрясения* — это некоторый объем в толще Земли, в пределах которого высвобождается энергия. Центром очага является условная точка, именуемая *гипоцентром*, или фокусом. Проекция гипоцентра на поверхность Земли называется *эпицентром*. Вокруг него происходят наибольшие разрушения.

Количество землетрясений, ежегодно регистрируемых на земном шаре, измеряется сотнями тысяч, а по данным других авторов — миллионами. В среднем каждые 30 с регистрируется одно землетрясение. Но подавляющее их большинство относится к слабым землетрясениям, которые мы просто не замечаем. Силу землетрясения оценивают по интенсивности разрушений на поверхности Земли. Существует много сейсмических шкал интенсивности. В настоящее время широко применяется двенадцатибалльная шкала Рихтера и Международная шкала силы землетрясений.

Землетрясения распространены по земной поверхности очень неравномерно. Анализ сейсмических и географических данных позволяет наметить те области, где следует ожидать в будущем землетрясения и оценить их интенсивность. В этом и состоит сущность *сейсмического районирования*. Карта такого районирования является официальным документом, которым должны руководствоваться все проектирующие организации. Существует две группы антисейсмических мероприятий. Прежде всего это предупредительные, профилактические меры, предпринимаемые до возможного землетрясения. Вторую группу составляют мероприятия, осуществляемые непосредственно перед, во время и после землетрясения. Все это — действия в ЧС.

К первой группе относится изучение природы землетрясений, раскрытие ее механизма, идентификация предвестников, разработка методов прогноза. На основе исследований природы землетрясений разрабатываются методы прогноза и предотвращения этого опасного явления. Очень важно выбирать места расположения населенных пунктов и предприятий с учетом сейсмостойкости района. Защита расстоянием — лучшее средство при решении вопросов безопасности при землетрясениях. Если строительство все-таки приходится вести в сейсмоопасных районах, необходимо учитывать требования соответствующих строительных норм и правил (СНиП), сводящиеся в основном к усилению конструкций зданий и сооружений. Ко второй группе мероприятий относятся система подготовки людей по защите от ЧС, разъяснительная работа среди населения, всесторонняя агитационно-массовая работа.

В случае оповещения об угрозе землетрясения или появления его признаков необходимо действовать быстро, спокойно и без паники. При заблаговременном оповещении об угрозе землетрясения, прежде чем покинуть квартиру (дом), необходимо выключить нагревательные приборы и газ. Если топилась печь, нужно затушить ее. Затем следует одеть детей, стариков и одеться самим, взять необходимые вещи, небольшой запас продуктов питания, медикаменты, документы и выйти на улицу. Затем нужно как можно быстрее отойти от зданий и сооружений в направлении площадей, скверов, широких улиц, спортивных площадок, незастроенных участков, строго соблюдая общественный порядок. Если землетрясение началось неожиданно, собраться и выйти из квартиры (дома) обычно не представляется возможным. В этом случае необходимо встать в дверном или оконном проеме. Как только стихнут первые толчки, следует быстро выйти на улицу.

На предприятиях и в учреждениях все работы прекращаются, производственное и тех-

нологическое оборудование останавливается. Принимаются меры к отключению электрического тока, снижению давления воздуха, кислорода, пара, воды, газа в соответствующих установках. Рабочие и служащие, состоящие в формированиях гражданской обороны, немедленно направляются в районы их сбора, остальные занимают безопасные места. Если по условиям производства остановить агрегат, печь, технологическую линию, турбину в короткое время нельзя или невозможно, то они переводятся на щадящий режим работы.

Если во время землетрясения вы оказались вне квартиры (дома) или места работы, например в магазине, театре или просто на улице, не следует спешить домой. Надо спокойно выслушать указания соответствующих должностных лиц по действиям в создавшейся ситуации и поступать в соответствии с ними. Находясь в общественном транспорте, нельзя покидать его на ходу. Следует дождаться полной остановки и выходить из него спокойно, пропуская вперед детей, инвалидов, престарелых. Эффективность действий в условиях землетрясений зависит от уровня организации аварийно-спасательных работ и обученности населения, от эффективности системы оповещения.

*Вулканическая деятельность.* Возникает в результате активных постоянных процессов, происходящих в глубинах Земли. Вулканические извержения обычно угрожают тем же жителям Земли, которым грозят и землетрясения. Около 200 млн чел. проживает в опасной близости к действующим вулканам. Совокупность явлений, связанных с перемещением магмы в земной коре и на ее поверхности, называется *вулканизмом*.

*Вулканы* (по имени древнеримского бога огня Вулкана) представляют геологические образования, возникающие над каналами и трещинами в земной коре, по которым извергается на земную поверхность магма. *Магма* (от греч. *μαῖτα* — густая мазь) представляет собой расплавленную массу преимущественно силикатного состава, образующуюся в глубинных зонах Земли. Достигая поверхности, магма изливается в виде лавы. *Лава* отличается от магмы отсутствием газов, улетающих при извержении.

Вулканы подразделяются на действующие, уснувшие и потухшие. К уснувшим относятся такие, об извержениях которых нет сведений, но они сохранили свою форму и под ними происходят локальные землетрясения. Потухшие — это различные вулканы без какой-либо вулканической активности. Извержения действующих вулканов бывают длительными и кратковременными. Продукты извержения (газообразные, жидкие, твердые) выбрасываются на высоту 1 — 5 км и переносятся на большие расстояния. Концентрация вулканического пепла бывает настолько большой, что возникает темнота, подобная ночной. Объем излившейся лавы достигает десятков метров кубических. При мощных извержениях она заливает все понижения и разливается по поверхности, образуя лавовые покровы. В результате часто возникают так называемые горные равнины — лавовые плато. Основную опасность представляют *лавовые фонтаны, потоки горячей лавы, а также раскаленные газы*. Профилактические мероприятия состоят в изменении характера землепользования, строительстве дамб, отводящих потоки лавы, в бомбардировке лавового потока для перемешивания лавы с землей и превращения ее в менее жидкую и др. Взрывы вулканов могут провоцировать оползни, обвалы, лавины, а на морях и океанах — цунами.

*Оползень.* Это скользящее смещение вниз по уклону под действием сил тяжести масс грунта, формирующих склоны холмов, гор, речные, озерные и морские террасы. Оползни могут быть вызваны разнообразными причинами: обводненностью грунта, изменением вида насаждений, уничтожением растительного покрова, выветриванием, сотрясением.

По скорости смещения все склоновые процессы бывают *медленные, средние и быстрые*. Только быстрые оползни могут стать причиной настоящих катастроф с многочисленными жертвами.

По глубине залегания поверхностного скольжения различают оползни *поверхностные* (до 1 м), *мелкие* (до 5 м), *глубокие* (до 20 м) *очень глубокие* (свыше 20 м). По мощности вовлекаемой в процесс массы горных пород оползни распределяют на *малые* (до 10 тыс. м<sup>3</sup>), *крупные* (от 101 до 1000 тыс. м<sup>3</sup>), *очень крупные* (свыше 1000 тыс. м<sup>3</sup>).

*Сели.* Это кратковременные бурные паводки на горных реках, имеющие характер грязеводных или грязекаменных потоков. Причинами селей могут стать землетрясения,

обильные снегопады, ливни, интенсивное таяние снега, ледников. Сели обладают огромной кинетической разрушительной энергией. Скорость движения грязеводных потоков может достигать 15 км/ч.

По мощности селевые потоки делят на группы: *мощные* (вынос более 100 тыс. м<sup>3</sup> селевой массы), *средней мощности* (от 10 до 100 тыс. м<sup>3</sup>) и *слабой мощности* (менее 10 тыс. м<sup>3</sup>). Селевые потоки происходят внезапно, быстро нарастают и продолжаются обычно от 1 до 3 ч. Но иногда они длятся по 6 — 8 ч. Сели прогнозируются по результатам наблюдений за прошлые годы и по метеорологическим прогнозам.

К профилактическим противоселевым мероприятиям относятся: создание гидротехнических сооружений (селезадерживающих дамб, селенаправляющих каналов), спуск талой воды по заранее подготовленным желобам, закрепление растительного слоя на горных склонах, лесопосадочные работы, регулирование рубки леса и др. В селеопасных районах создаются автоматические системы оповещения о селевой угрозе и разрабатываются соответствующие планы мероприятий. Но главное не строить здесь жилые дома и не заниматься производственно-хозяйственной деятельностью.

*Снежная лавина.* Это масса снега, падающая или сползающая с горных склонов под влиянием природного или антропогенного физического воздействия и увлекающая на своем пути все новые массы снега. Снежные лавины распространены в горных районах. Скорость схода равна 20 — 30 м/с, но может достигать и 100 м/с.

Противолавинные профилактические мероприятия бывают пассивные и активные. *Пассивные способы* сводятся к использованию опорных сооружений, дамб, лавинорезов, надолбов, снегоудерживающих щитов, посадкам деревьев, кустарников, восстановлению леса. К *активным методам* относится заранее подготовленный и искусственно вызванный сход лавины в определенное время с обеспечением мер безопасности. С этой целью специалисты проводят обследование снегонакопления, определяют наиболее уязвимые места снежной массы, подбирают вид воздействия: обстрел, взрывы снарядов и специальных мин, в том числе направленного действия, создают сильные звуковые волны. Предпринимаются действия для срыва лавины хотя бы в одном месте, ибо далее следует «цепная реакция». Порой даже маневр вертолета может вызвать движение огромных снежных масс. Лавина — беда, подчас происходящая из-за беспечности людей. Но это еще и удивительное природное явление. Сход энергетически мощной снегонасыщенной лавины, поглощающей на своем пути все новые и новые бело-снежные массы, разбивающиеся о скалы, поднимающие огромные облака снежных частиц, — прекрасное зрелище! В лавиноопасных регионах могут создаваться противолавинные службы, предусматривается система оповещения и разрабатываются планы мероприятий по защите от лавин.

*Обвал.* Это отрыв и падение больших масс горных пород на крутых и обрывистых склонах гор, речных долин и морских побережий. Обвалы происходят в результате ослабления цельности горных пород главным образом под влиянием процессов выветривания, деятельности поверхностных и подземных вод.

*Просадки земной поверхности.* Уплотнения грунта, находящиеся под действием внешней нагрузки или собственного веса, происходящие при искусственном замораживании, оттаивании и динамических воздействиях. Величина проседания поверхности колеблется от нескольких сантиметров до 2 м. Просадки могут вызывать образование трещин на поверхности и в массиве грунта.

**Чрезвычайные ситуации метеорологического характера.** Они представляют собой бедствия, вызываемые ветром, в том числе бурей, ураганом, смерчем (при скорости 25 м/с и более, для арктических и дальневосточных морей — 30 м/с и более). К ЧС способен привести сильный дождь (при количестве осадков 50 мм и более в течение 12 ч, а в горных, селевых и ливнеопасных районах — 30 мм и более за 12 ч). Причиной ЧС может оказаться крупный град (при диаметре градин 20 мм и более), сильный снегопад (при количестве осадков 20 мм и более за 12 ч), сильная метель (скорость ветра 15 м/с и более). Причиной стихийного бедствия могут быть пыльные бури, заморозки (при понижении температуры

воздуха в вегетационный период на поверхности почвы ниже 0°C), сильные морозы и сильная жара.

**Чрезвычайные ситуации гидрологического характера.** Они представляют собой бедствия, обусловленные рядом причин. Это может быть *высокий уровень воды*, вызывающий наводнения. Происходит затопление пониженных частей городов и других населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, повреждение промышленных и транспортных объектов. Это может быть и *низкий уровень воды*, когда нарушается судоходство, водоснабжение городов и народнохозяйственных объектов, оросительных систем. При прорыве завальных и моренных озер возникают *сели*, угрожающие населенным пунктам, дорожным и другим сооружениям. Значительные убытки и потери приносит *ранний ледостав* и появление льда на судоходных водоемах. Сюда же относятся и морские гидрологические явления: цунами, сильные волнения на морях и океанах, напор льдов и интенсивный их дрейф.

*Наводнения.* Это значительное затопление водой местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море, вызванное различными причинами. Это наиболее распространенная природная опасность. Наводнение на реке происходит от резкого возрастания количества воды вследствие таяния снега или ледников, расположенных в ее бассейне, а также в результате выпадения обильных осадков. Наводнения вызываются загромождением русла льдом при ледоходе или закупориванием русла внутренним льдом под неподвижным ледяным покровом и образованием ледяной пробки. Наводнения возникают под действием ветров, нагоняющих воду с моря и вызывающих повышение ее уровня за счет задержки в устье приносимой рекой воды. Эти наводнения называют *нагонными*. На морских побережьях и островах наводнения могут возникнуть в результате затопления волной, образующейся при землетрясениях, извержениях вулканов, цунами.

Следует различать такие понятия, как «половодье» и «паводок». *Половодьем* называют ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон относительно длительное увеличение водоносности рек, сопровождающееся повышением уровня воды. *Паводок* — сравнительно кратковременное и непериодическое поднятие уровня вод. Следующие один за другим паводки могут образовать *половодье*, а последнее — наводнение.

Частота наводнений различна в различных регионах. Низкие наводнения повторяются через 5—10 лет, высокие — через 20—25 лет, выдающиеся — через 50—100 лет, катастрофические не чаще одного раза в 100—200 лет. Продолжительность наводнений от нескольких до 80—90 дней. К катастрофическим можно отнести наводнение в Европе летом 2002 г.

*Цунами.* Некоторые землетрясения сопровождаются столь разрушительными волнами, что порой они опустошают целые побережья и приносят больше разрушений, чем сами землетрясения. Эти губительные волны называют общеупотребительным термином «*цунами*», который происходит от японского слова, означающего «большая волна, заливающая бухту».

В открытом океане волны цунами по своей длине во много раз превосходят все другие морские волны. Обычно расстояние между гребнями бывает 100 м. У цунами такое расстояние иногда достигает 150—300 км. В открытом море с корабля нельзя обнаружить цунами, так как их высота (т. е. вертикальное расстояние от гребня до впадины) составляет от нескольких десятков сантиметров до (максимально) нескольких метров. Но, добравшись до мелководного шельфа, волна вздымается и вскоре становится похожей на движущуюся стену. Входя в мелководные заливы, она становится еще выше, замедляет ход и, подобно гигантскому валу, накатывается на сушу.

Частичной защитой от цунами служат волнорезы, молы, насыпи, лесные полосы, устройство гаваней. Большое значение для защиты населения от цунами имеют службы предупреждения о приближении волн, основанные на опережающей регистрации землетрясений береговыми сейсмографами.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные группы ЧС природного характера.

2. Назовите основные группы антисейсмических мероприятий.
3. Какими факторами могут быть вызваны оползни и сели?
4. Назовите противолавинные профилактические мероприятия.
5. Выделите основные ЧС метеорологического характера.
6. Назовите основные ЧС гидрологического характера.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

### Чрезвычайные ситуации техногенного происхождения

**Цель работы:** изучить виды ЧС техногенного происхождения.

**Материальное обеспечение:**

3. Методические указания к практическим занятиям

#### Ход занятия:

1. Прочитайте внимательно содержание задания.
2. Выполните поочередно предложенные задания.
3. Сделайте вывод и оформите практическую работу.

#### Теоретические аспекты

**Аварии на радиационно опасных объектах (РОО).** В настоящее время практически в любой отрасли хозяйства и науки используются радиоактивные вещества и источники ионизирующих излучений. Атомная наука и техника имеют большое значение для развития экономики, но вместе с тем представляют и большую опасность для людей и окружающей среды, о чем свидетельствуют происшедшие аварии.

К авариям, сопровождающимся выбросом или угрозой выброса радиоактивных веществ, относят прежде всего аварии на атомных электростанциях (АЭС). Они нередко происходят с разрушением производственных сооружений и радиоактивным загрязнением территории за пределами СЗЗ. Это наиболее опасный случай. Бывают аварии с радиоактивным загрязнением территории в пределах СЗЗ, а также с выбросом (утечкой) радиоактивных веществ в пределах производственных помещений атомной электростанции. На предприятиях ядерно-топливного цикла бывают утечки радиоактивных газов. На атомных судах случаются аварии с радиоактивным загрязнением акватории порта и прибрежной территории. Аварии на **ядерных установках** инженерно-исследовательских центров могут привести к радиоактивному загрязнению производственных помещений, а также территории установки как в пределах СЗЗ, так и за ее пределами. Возможны аварийные ситуации во время промышленных и **испытательных взрывов**, сопровождающиеся сверхнормативными выбросами радиоактивных веществ в окружающую среду. Падение **летательных аппаратов** ядерными энергетическими установками на борту могут вызвать последующее радиоактивное загрязнение местности (к счастью, пока подобных случаев не было). Незначительные загрязнения местности радиоактивными веществами возможны при утечке ионизирующих излучений, авариях на **транспорте**, перевозящем радиоактивные препараты, и в некоторых других случаях.

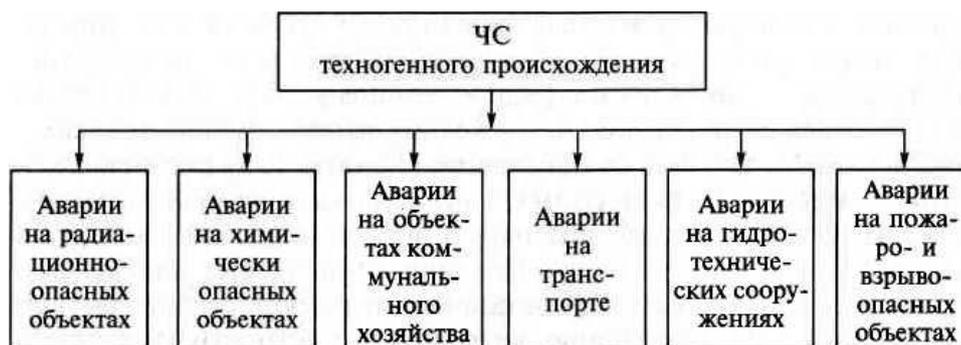


Рис. Общая классификация ЧС техногенного происхождения

К РОО относятся АЭС, предприятия по изготовлению ядерного топлива, переработке отработанного топлива и захоронению радиоактивных отходов, научно-исследовательские и проектные организации, имеющие ядерные реакторы, ядерные энергетические установки на транспорте.

В результате аварий на РОО возникают обширные зоны радиоактивного загрязнения местности и облучаются персонал и население. Степень опасности и масштабы таких аварий определяются количеством и активностью выброшенных радиоактивных веществ, а также энергией и качеством сопровождающих их распад ионизирующих излучений. Радиационное воздействие на персонал и население в зоне радиоактивного загрязнения характеризуется величинами доз внешнего и внутреннего облучения людей.

Под **внешним облучением** понимается прямое облучение человека от источников ионизирующего излучения, расположенных вне его тела, главным образом от источников у-излучения и нейтронов. **Внутреннее облучение** происходит за счет ионизирующего излучения от источников, находящихся внутри человека. Эти источники образуются в критических (наиболее чувствительных) органах и тканях. Внутреннее облучение происходит за счет источников  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения.

Для лучшей организации защиты персонала и населения производится заблаговременное зонирование территорий вокруг РОО. Устанавливаются три зоны. Во-первых, **зона экстренных мер защиты**. Это территория, на которой доза облучения всего тела за время формирования радиоактивного следа или доза внутреннего облучения отдельных органов может превысить верхний предел, установленный для эвакуации. Во-вторых, **зона предупредительных мероприятий**. Сюда относится территория, на которой доза облучения всего тела за время формирования радиоактивного следа или доза облучения внутренних органов может превысить верхний предел, установленный для укрытия и йодной профилактики.

В-третьих, **зона ограничений**. В нее включают местность, на которой доза облучения всего тела или отдельных его органов за год может повысить нижний предел для потребления пищевых продуктов. Зона вводится по решению государственных органов.

**Аварии на химически опасных объектах (ХОО)**. Это объекты народного хозяйства, производящие, хранящие или использующие аварийно-химические опасные вещества (АХОВ). К ХОО относятся:

предприятия химической, нефтеперерабатывающей промышленности;

предприятия пищевой, мясомолочной промышленности, хладокомбинаты, продовольственные базы, имеющие холодильные установки, в которых в качестве хладагента используется аммиак;

водоочистные и другие очистные сооружения, использующие в качестве дезинфицирующего вещества хлор;

железнодорожные станции, имеющие пути отстоя подвижного состава с сильно действующими ядовитыми веществами (СДЯВ); железнодорожные станции выгрузки и погрузки СДЯВ; склады и базы с запасом ядохимикатов и других веществ для дезинфекции и дератизации.

**Химически опасными веществами** называются токсичные химические вещества, применяемые в промышленности и в сельском хозяйстве. Они при разливе или выбросе загрязняют окружающую среду и могут привести к гибели или поражению людей, животных и растений. Наиболее распространенные ХОВ — хлор, аммиак, сероводород, синильная кислота, фосген и др.

Аварии на ХОО с выбросом в окружающую среду СДЯВ способны повлечь за собой групповое поражение обслуживающего персонала и населения на прилегающей территории, нежелательные генетические последствия у человека. Все это может потребовать проведения дегазационных и других специальных мероприятий на значительных территориях.

Основными путями проникновения АХОВ внутрь организма являются органы дыхания (ингаляционный путь) и кожа (резорбтивный путь). Кроме того, возможно попадание

АХОВ в организм через раневые поверхности и желудочно-кишечный тракт — перорально. Во всех случаях АХОВ разносятся кровью по всем органам и тканям. Это может привести к патологическим изменениям, потере работоспособности и даже гибели человека. Важнейшей характеристикой АХОВ является токсичность. Наибольшее число аварий происходит на предприятиях, производящих, хранящих и транспортирующих хлор, аммиак, ацетилен, минеральные удобрения, гербициды, продукты органического и нефтеорганического синтеза. Поражающим фактором при выбросе ХОВ является *химическое загрязнение*. Утечка ХОВ происходит при авариях вследствие взрывов, разрушения и повреждения резервуаров и технологических трубопроводов. Это может привести к загрязнению воздушного и водного бассейнов, больших территорий и вызвать гибель либо тяжелые заболевания людей и животных.

*Токсичностью* называют степень ядовитости. Она характеризуется пороговой концентрацией, пределом переносимости, смертельной концентрацией (смертельной дозой). *Пороговая концентрация* — это наименьшее количество вещества, которое может вызвать негативный физиологический эффект. При этом пораженные ощущают первичные признаки поражения, но сохраняют работоспособность. *Пределом переносимости* считается максимальная концентрация, которую человек может выдержать определенное время без устойчивого поражения. В промышленности в качестве предела переносимости используется предельно допустимая концентрация (ПДК), регламентирующая допустимую степень загрязнения АХОВ воздуха рабочей зоны. ПДК определяется как максимально допустимая концентрация АХОВ, которая при постоянном воздействии на человека в течение рабочего дня не может вызвать даже через длительный промежуток времени патологических изменений или заболеваний, обнаруживаемых при помощи современных методов диагностики.

Поражающая сила АХОВ определяется их физико-химическими свойствами. Особое значение имеют агрегатное состояние вещества, растворимость его в воде и органических растворителях, плотность вещества и его летучесть, удельная теплота испарения и теплоемкость жидкости, давление насыщенных паров, температура кипения и др. Эти характеристики необходимы для оценки безопасности производства, хранения и перевозок АХОВ, при прогнозировании и оценке последствий химически опасных аварий.

Безопасность функционирования химических предприятий зависит от многих факторов:

- физико-химических свойств сырья и продуктов; характера технологического процесса; конструкции и надежности оборудования; условий хранения и транспортировки ХОВ;
- состояния контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации;
- подготовленность и практические навыки персонала; эффективности средств противоаварийной защиты.

**Аварии на объектах коммунального хозяйства.** Наиболее распространенными являются аварии в системах водоснабжения, канализации, газо-, энерго- и теплоснабжения. Сейчас отмечается низкий уровень подготовки систем жизнеобеспечения и эксплуатации в холодный период года (на уровне 70 — 80 %). Особую тревогу вызывает создание запасов топлива для котельных, дизельных электростанций и других коммунальных объектов (в отдельных регионах от 1,5 до 20 % от необходимого минимального 100-дневного запаса).

Такое положение дел негативно сказывается на безаварийном функционировании систем жизнеобеспечения. Отмечаемое в последние годы увеличение аварийности прежде всего связано со значительным *физическим износом* основных фондов коммунальной инженерной инфраструктуры городов. К нарушениям в работе жизненно важных инженерных систем и аварийным ситуациям нередко приводят и *стихийные бедствия*. Коммунальные службы не всегда готовы противостоять сильным морозам, в результате многие инженерные системы размораживаются. Большое количество жилых до-

мов, школ, больниц, детских садов остаются без тепла и света. Во многих регионах *не созданы достаточные запасы* материально-технических средств для оперативного устранения аварийных ситуаций на системах жизнеобеспечения (насосного оборудования, труб с утеплителем, установок для обогрева сооружений, замороженных коммуникаций и др.). Важной причиной недостаточной готовности, помимо устаревшей материально-технической базы, является нехватка финансовых средств.

**Аварии на транспорте.** Сегодня любой вид транспорта представляет потенциальную опасность. Технический прогресс одновременно с комфортом и скоростью передвижения снизил степень безопасности жизнедеятельности человека. *Транспортной аварией* (ТА) называют аварию на транспорте, повлекшую за собой гибель людей, причинение пострадавшим тяжелых телесных повреждений, уничтожение и повреждение транспортных сооружений и средств или ущерб окружающей природной среде. Обычно ТА различают по видам транспорта. Таковы железнодорожная авария, авиационная катастрофа, дорожно-транспортное происшествие (ДТП), аварии на водном транспорте, авария на магистральном трубопроводе и др. Поражающие факторы, сопровождающие все ТА, зависят как от вида транспорта, так и от вида транспортируемого груза.

Значительное место в общем объеме грузоперевозок занимает *железнодорожный транспорт*. Он обеспечивает до 47 % пассажирских перевозок, а также до 50 % доставок грузов. Среди последних большое количество опасных. Поэтому железнодорожный транспорт считается отраслью народного хозяйства с повышенным риском возникновения аварийных ситуаций.

Основными причинами аварий и катастроф на железнодорожном транспорте являются:

- неисправности пути;
- поломки подвижного состава;
- выход из строя средств сигнализации и блокировки;
- ошибки диспетчеров;
- невнимательность и халатность машинистов;
- сход подвижного состава с рельсов; столкновения;
- наезды на препятствия на переездах; пожары и взрывы непосредственно в вагонах; повреждение железнодорожных путей в результате размылов, обвалов, оползней, наводнений; изношенность технических средств.

Благодаря внедрению комплекса профилактических и организационно-технических мероприятий число происшествий на железных дорогах в последние годы существенно сократилось.

В *гражданской авиации* России также случаются авиационные происшествия и катастрофы, влекущие за собой гибель людей и разрушения воздушных судов. Среди причин авиакатастроф выделяются ликвидация централизованной государственной системы управления и обеспечения безопасности полетов, распад единой государственной системы Аэрофлота, рост числа мелких коммерческих организаций-перевозчиков, снижение дисциплины, надзора и контроля за безопасностью полетов в целом, ошибки пилотов, ошибки диспетчерских служб, неисправности авиационной техники (старение, низкие темпы замены на новые виды), погодные условия.

Одной из основных проблем современности стало обеспечение безопасности движения на *автомобильном транспорте*.

Крупными автомобильными катастрофами считаются такие, в которых погибли четыре и более человек. Статистика показывает некоторое снижение их количества. Однако продолжает оставаться высокой тяжесть катастроф (численность потерь населения и ущерб, связанный с ними). По данным Российского статистического ежегодника в дорожно-транспортных происшествиях в 2005 г. погибли 34 тыс. чел., получили травмы и увечья 274,9 тыс. чел. Данное положение объясняется конкретными причинами. Среди них на первом месте много лет стоит неудовлетворительное техническое состояние автомобильных дорог и подвижного состава. В частности, у нас сохраняется большое количество пересечений дорог на одном уровне, в том числе и с железными дорогами. В последние годы

многократно возросло количество автомобильного транспорта, находящегося в личном пользовании. Имеет место неконтролируемое нарастание объемов грузовых перевозок, выполняемых большегрузными автомобилями (автопоездами) с нагрузками на ось, превышающими допустимый уровень. Распространенными причинами являются нарушения водителями правил дорожного движения, которые отчасти объясняются плохой подготовкой водителей, отчасти их недобросовестностью. Так, широко распространены превышение скорости на опасных участках дорог, выезды на полосу встречного движения, управление автотранспортным средством в нетрезвом состоянии.

В последние годы участились кораблекрушения и аварийные происшествия на **водном транспорте**. Основные причины этих аварий связаны с нарушениями правил судовождения, пожарной безопасности, технической эксплуатации, ошибками капитанов, лоцманов и членов экипажа, а также с износом материальной части и оборудования судов, портов и других объектов морских и речных пароходств, низкой обновляемостью парка за счет судов нового поколения. Немаловажное значение имеют погодные и климатические условия (ураганы, штормы, туманы, льды и т.д.). Большое влияние на аварийность оказывают ошибки при проектировании и строительстве судов, столкновения и опрокидывания судов, посадка их на мель, взрывы и пожары на борту, неправильное размещение и плохое закрепление грузов.

Самым распространенным способом транспортирования ХОВ и нефтепродуктов является **трубопроводный** (по состоянию на 2005 г. протяженность нефтепроводов — 48 тыс. км, газопроводов — 160 тыс. км, нефтепродуктов — 160 тыс. км). Основными причинами аварий на трубопроводах являются изношенность труб, отсутствие должного технического контроля за состоянием магистральных трубопроводов, интенсификация экспортных поставок и поставок внутри страны по трубопроводам, сроки эксплуатации которых достигли 35—40 лет.

**Аварии на гидротехнических сооружениях. Гидротехнические сооружения** — это объекты, создаваемые с целью использования кинетической энергии воды (ГЭС), охлаждения систем в технологических процессах, мелиорации, защиты прибрежных территорий (дамбы), забора воды для водоснабжения и орошения, рыбозащиты, регулирования уровня воды, обеспечения деятельности морских и речных портов, для судоходства (шлюзы).

Следует различать такие понятия, как запруда, плотина, гидроузел. **Запруда** обычно создает подъем воды, но не имеет стока или он весьма ограничен. **Плотина** — сооружение, тоже создающее напор воды, но почти с постоянным ее стоком. **Гидроузел** представляет собой систему сооружений и водохранилища, связанные единым режимом водоперетока. Весьма опасно разрушение плотин. В таких случаях действуют два фактора: **волна прорыва** и **зона затопления**, каждый из которых имеет свою характеристику и для людей представляет опасность. Прорыв может произойти из-за воздействия сил природы (землетрясения, урагана, обвала, оползня), конструктивных дефектов, нарушения правил эксплуатации, воздействия паводков, разрушения основания, недостаточности водосбросов, а в военное время — в результате воздействия средств поражения. При прорыве в плотине или в другом сооружении образуется проран, от размеров которого зависят объем, скорость падения воды и параметры волны прорыва — основного поражающего фактора этого вида аварий.

Разрушительное действие волны прорыва заключается главным образом в движении больших масс воды с высокой скоростью и таранного действия всего того, что перемещается вместе с водой (камни, доски, бревна, различные конструкции). Высота и скорость волны прорыва зависят от гидрологических и топографических условий реки. Например, для равнинных районов скорость волны прорыва колеблется от 3 до 25 км/ч, а для горных и предгорных мест имеет величину порядка 100 км/ч. Лесистые участки замедляют скорость и уменьшают высоту волны. Прорыв плотин приводит к затоплению местности и всего, что на ней находится. Строить жилые и производственные здания здесь запрещено.

**Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах (ПВОО). Пожаре- и взрывоопасные объ-**

*екты* — это предприятия, на которых производятся, хранятся, транспортируются вещества и материалы, способные или приобретающие при определенных условиях способность к возгоранию или взрыву. Это прежде всего производства, где используются взрывчатые и имеющие высокую степень возгораемости вещества, а также железнодорожный и трубопроводный транспорт, как несущий основную нагрузку при доставке жидких, газообразных пожаро- и взрывоопасных грузов.

Характер пожаров на предприятиях зависит от того, какие горючие вещества и материалы перерабатываются, транспортируются или хранятся в отдельных зданиях и помещениях.

Проектирование производственных зданий и помещений, выбор производственного оборудования, электрических установок, систем вентиляции и отопления, противопожарных взрывов, путей эвакуации работающих при пожаре и другие вопросы, связанные с обеспечением пожарной безопасности, решаются в зависимости от категории помещений по пожаро- и взрывоопасности. В соответствии с общероссийскими нормами технологического проектирования помещения по взрывопожарной и пожарной опасности разделяют на пять категорий в зависимости от хранимых материалов. Из них две взрывопожароопасные (А, Б) и три пожароопасные (В, Г, Д).

К категориям А и Б относятся:

- 1) горючие газы;
- 2) легковоспламеняющиеся жидкости;
- 3) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом;
- 4) горючие пыли и волокна, легко воспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С;
- 5) горючие жидкости;
- 6) паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное давление в помещении, превышающее 5 кПа.

В категории В, Г, Д входят:

- 1) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом или друг с другом гореть, не взрываясь;
- 2) негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени;
- 3) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива;
- 4) негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Все строительные материалы и конструкции из них делятся на негорючие, трудногорючие и сгораемые.

К **несгораемым** относятся такие материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются.

**Трудногораемыми** считаются те материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть лишь при наличии источника огня.

**Сгораемые** — это такие материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть и тлеть после удаления источника огня.

Пожары на крупных промышленных предприятиях и в населенных пунктах подразделяются на отдельные и массовые: **отдельные** обычно бывают пожары в здании или сооружении; **массовые** представляют собой совокупность отдельных пожаров, охвативших более 25 % зданий. Сильные массовые пожары при определенных условиях могут перейти в **огненный шторм**.

**Опасными факторами пожара**(ОФП) являются:

открытый огонь и искры;  
повышенная температура окружающей среды и предметов;  
токсичные продукты горения, дым;  
пониженная концентрация кислорода;  
падающие части строительных конструкций, агрегатов, установок.

К *поражающим факторам взрыва* относятся ударная воздушная волна, тепловое излучение, а также осколочные поля, создаваемые летящими обломками взрывающихся объектов.

Ударная воздушная волна — это область резкого сжатия воздуха, которая в виде сферического слоя распространяется во все стороны от места взрыва с огромной скоростью. Основными критериями, характеризующими ее разрушающее и поражающее действие, являются избыточное давление во фронте ударной волны, давление скоростного напора и продолжительность действия.

При встрече с преградой ударная волна образует давление отражения, которое, взаимодействуя с избыточным давлением, может увеличить его в два и более раз. Поэтому взрывы внутри помещений оказывают значительно большее разрушающее действие, чем на открытой местности. Помимо избыточного давления, преграды на пути движения ударной волны испытывают динамические нагрузки, создаваемые потоком движущегося воздуха — давлением скоростного напора. Продолжительность действия ударной волны находится в прямой зависимости от силы взрыва, а производимые ею разрушения — от продолжительности действия избыточного давления.

Поражающее действие теплового излучения в очаге поражения определяется величиной теплового потока. Возникающие в результате взрывов пожары приводят к ожогам, а горение пластмасс и некоторых синтетических материалов — к образованию и созданию различных концентраций ХОВ, цианистых соединений, фосгена, сероводорода и др.

Поражающее действие осколочных полей определяется количеством летящих осколков от взрывающихся объектов, кинетической энергией и радиусом их разлета. При пожарах и взрывах люди получают термические повреждения (ожоги тела, верхних дыхательных путей, глаз) и механические повреждения (переломы, ушибы, черепно-мозговые травмы, осколочные ранения, комбинированные поражения).

При пожарах чаще всего наблюдается поражение людей окисью углерода (при содержании в воздухе 1 % окиси углерода — почти мгновенная потеря сознания и смерть), реже — цианистыми соединениями, бензолом, окислами азота, уголекислотой и другими токсичными продуктами. К поражающим факторам пожаров относят также *задымление*, затрудняющее ориентирование, и сильный моральный психологический эффект.

Наиболее опасны пожары в административных зданиях, внутренние стены которых облицованы панелями из горючего материала, а потолки — сгораемыми древесными плитами. Во многих случаях возникновению возгорания способствует неудовлетворительная огнестойкость древесины и других строительных материалов, особенно пластиков.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что относится к несгораемым материалам?
2. Что такое ударная воздушная волна?
3. Что такое тепловое излучение?
4. Как определяются поражающие действия осколочных полей?
5. Что относится к опасным факторам пожара?
6. Что относится к поражающим факторам взрыва?

## **Тема: Биологическое оружие. Действия населения в очаге биологического поражения**

**Цель работы:** изучить виды биологического оружия и действия населения

**Материальное обеспечение:**

4. Методические указания к практическим занятиям

### **Ход занятия:**

1. Прочитайте внимательно содержание задания.
2. Выполните поочередно предложенные задания.
3. Сделайте вывод и оформите практическую работу.

### **Теоретические аспекты**

*Биологическое оружие* является оружием массового поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений. Это особо опасное оружие. Оно способно вызывать на обширных территориях опасные массовые заболевания людей и животных, оказывать поражающее воздействие в течение длительного времени, имеет продолжительный скрытый (инкубационный) период действия. Микробы и токсины трудно обнаружить во внешней среде, они могут проникать вместе с воздухом в негерметизированные укрытия и помещения и заражать в них людей и животных.

Основу поражающего действия биологического оружия составляют *биологические средства (БС)*. Это отобранные для боевого применения биологические агенты, способные вызывать у людей, животных, растений тяжелые массовые заболевания (поражения).

К биологическим агентам относятся представители патогенных, т. е. болезнетворных, микроорганизмов. К ним принадлежат возбудители наиболее опасных инфекционных заболеваний у человека, сельскохозяйственных животных и растений, а также продукты жизнедеятельности микробов. *Патогенные организмы* — возбудители инфекционных болезней человека и животных в зависимости от размеров строения и биологических свойств подразделяются на следующие классы: бактерии, вирусы, риккетсии, грибки, спирохеты и простейшие.

*Бактерии* — одноклеточные микроорганизмы растительной природы, весьма разнообразны по своей форме. Их размеры от 0,5 до 8—10 мкм. Бактерии в вегетативной форме, т. е. в форме роста и развития, чувствительны к воздействию высокой температуры, солнечного света, резким колебаниям влажности и дезинфицирующим средствам однако сохраняют достаточную устойчивость при пониженных температурах даже до минус 15 — 25 °С. Некоторые виды бактерий для выживания в неблагоприятных условиях способны покрываться защитной капсулой или образуют споры. Микробы в споровой форме обладают очень высокой устойчивостью к высушиванию, недостатку питательных веществ, действию высоких и низких температур и дезинфицирующих средств. Из патогенных бактерий способностью образовывать споры обладают возбудители сибирской язвы, ботулизма, столбняка и др. К классу бактерий относятся возбудители большинства таких опасных заболеваний, как чума, холера, сибирская язва, сап и др.

*Вирусы* — обширная группа микроорганизмов, имеющих размеры от 0,08 до 0,35 мкм. Они способны жить и размножаться только в живых клетках за счет использования биосинтетического аппарата клетки человека, т. е. являются внутриклеточными паразитами. Вирусы обладают высокой устойчивостью к низким температурам и высушиванию. Солнечный свет, особенно ультрафиолетовые лучи, а также температура свыше 60 °С и дезинфицирующие средства (формалин, хлорамин и др.) действуют на вирусы губительно. Вирусы являются причиной более чем 75 заболеваний человека, среди которых особо опасны натуральная оспа, желтая лихорадка и др.

*Риккетсии* — группа микроорганизмов, занимающая промежуточное положение между бактериями и вирусами. Размеры их от 0,3 до 0,5 мкм. Риккетсии спор не образуют, устойчивы к высушиванию, замораживанию и колебаниям относительной влажности воз-

духа. Но они достаточно чувствительны к действию высоких температур и дезинфицирующих средств. Заболевания, вызываемые риккетсиями, называются *риккетсиозами*. Среди них такие особо опасные, как сыпной тиф, пятнистая лихорадка Скалистых гор и др. В естественных условиях риккетсиозы передаются человеку в основном через кровососущих членистоногих, в организме которых возбудители обитают часто как безвредные паразиты.

*Грибки* — одно- или многоклеточные организмы растительного происхождения. Их размеры от 3 до 50 мкм и более. Грибки могут образовывать споры, обладающие высокой устойчивостью к замораживанию, высушиванию, действию солнечных лучей и дезинфицирующих средств. Заболевания, вызываемые патогенными грибами, носят название *микозов*.

**Очагом биологического поражения** считаются города, населенные пункты и объекты народного хозяйства, подвергшиеся непосредственному воздействию бактериальных (биологических) средств, создающих источник распространения инфекционных заболеваний. Его границы определяют на основе данных биологической разведки, лабораторных исследований проб из объектов внешней среды, а также выявлением больных и путей распространения возникших инфекционных заболеваний. Вокруг очага устанавливают вооруженную охрану, запрещают въезд и выезд, а также вывоз имущества. Для предотвращения распространения инфекционных заболеваний среди населения в очаге поражения проводится комплекс противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий. Сюда относятся экстренная профилактика, санитарная обработка населения, дезинфекция различных зараженных объектов. При необходимости уничтожают насекомых, клещей и грызунов (дезинсекция и дератизация).

**Заражение** людей и животных происходит в результате вдыхания зараженного воздуха, попадания микробов или токсинов на слизистую оболочку и поврежденную кожу, употребления в пищу зараженных продуктов питания и воды. Причиной заражения могут быть укусы зараженных насекомых и клещей, соприкосновения с зараженными предметами, ранения осколками боеприпасов, снаряженных БС. Заражение возможно также в результате непосредственного общения с больными людьми (животными). Ряд заболеваний быстро передается от больных людей к здоровым и вызывает эпидемии (чума, холера, тиф, грипп и др.).

К **основным средствам защиты** населения от биологического оружия относятся вакциносывороточные препараты, антибиотики, сульфамидные и другие лекарственные вещества, используемые для специальной и экстренной профилактики инфекционных болезней. Употребимы также средства индивидуальной и коллективной защиты. Широко используются химические вещества. Своевременное и правильное применение средств индивидуальной защиты и защитных сооружений предохранит от попадания БС в органы дыхания, на кожные покровы и одежду.

Успешная защита от биологического оружия во многом зависит, кроме того, от степени восприимчивости населения к инфекционным заболеваниям и воздействию токсинов. Невосприимчивость может быть достигнута общим укреплением организма путем систематического закаливания и занятий физкультурой и спортом. Необходима также специфическая профилактика, которая обычно проводится заблаговременно путем прививок вакцинами и сыворотками. В целях обеспечения эффективной защиты от биологического оружия большое значение имеет проведение противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий. Необходимо строгое соблюдение правил личной гигиены и санитарно-гигиенических требований к питанию и водоснабжению населения. Приготовление и прием пищи должны исключать возможность ее заражения бактериальными средствами. Различные виды посуды, применяемые при приготовлении и употреблении пищи, необходимо мыть дезинфицирующими растворами или обрабатывать кипячением.

В случае применения противником биологического оружия возможно возникновение значительного количества инфекционных заболеваний. На людей это может оказать силь-

ное психологическое воздействие, в том числе и на даже на здоровых. Поведение каждого человека, его действия в этом случае должны быть направлены на предотвращение возможной паники.

Основными формами борьбы с эпидемиями являются обсервация и карантин. *Карантин* вводится при бесспорном установлении факта применения противником биологического оружия. Делается это главным образом в тех случаях, когда примененные возбудители болезней относятся к особо опасным (чума, холера и др.). Карантинный режим предусматривает полную изоляцию очага поражения от окружающего населения. Это наиболее эффективный способ противодействия распространению инфекционных заболеваний. На внешних границах зоны карантина устанавливается вооруженная охрана, организуются комендантская служба и патрулирование, регулируется движение. В населенных пунктах и на объектах, где установлен карантин, организуется местная комендантская служба, осуществляется охрана инфекционных изоляторов и больниц, контрольно-передаточных пунктов и др. Из районов, в которых объявлен карантин, выход людей, вывоз животных и вывоз имущества запрещаются. Въезд на зараженную территорию разрешается начальниками гражданской обороны лишь специальным формированиям и видам транспорта. Транзитный проезд транспорта через очаги поражения запрещается (исключением может быть только железнодорожный транспорт).

Объекты экономики, оказавшиеся в зоне карантина и продолжающие свою производственную деятельность, переходят на особый режим работы со строгим выполнением противозидемических требований. Рабочие смены разбиваются на отдельные группы как можно более малочисленные по составу. Контакт между ними сокращается до минимума. Питание и отдых рабочих и служащих организуются по группам в специально отведенных для этого помещениях. В зоне карантина прекращается работа всех учебных заведений, зрелищных учреждений, рынков и базаров.

Население в зоне карантина разобщается на мелкие группы (так называемая дробная карантинизация). Людям не разрешается без крайней необходимости выходить из своих квартир. Продукты питания, вода и предметы первой необходимости доставляются им специальными командами. При выполнении срочных работ вне зданий люди должны быть обязательно в средствах индивидуальной защиты. Каждый гражданин несет строгую ответственность за соблюдение режимных мероприятий в зоне карантина. Контроль осуществляется службой охраны общественного порядка.

В том случае, когда установленный вид возбудителя не относится к группе особо опасных, вместо карантина применяется *обсервация*. Она предусматривает медицинское наблюдение за очагом поражения и проведение необходимых лечебно-профилактических мероприятий. Изоляционно-ограничительные меры при обсервации менее строгие, чем при карантине.

В зонах карантина и обсервации с самого начала проведения их организуются дезинфекция, дезинсекция и дератизация.

*Дезинфекция* имеет целью обеззараживание объектов внешней среды, которые необходимы для нормальной деятельности и безопасного нахождения людей. Для дезинфекции применяются растворы хлорной извести и хлорамина, лизол, формалин и др. При отсутствии указанных веществ для дезинфекции помещений, оборудования, техники могут использоваться горячая вода (с мылом или содой) и пар.

*Дезинсекция и дератизация*— это мероприятия, связанные соответственно с уничтожением насекомых и истреблением грызунов, которые, как известно, являются переносчиками инфекционных заболеваний. Для уничтожения насекомых применяют физические (кипячение, проглаживание накалившимся утюгом и др.), химические (применение дезинсектирующих средств) и комбинированные способы. Истребление грызунов в большинстве случаев проводят с помощью механических приспособлений (ловушек различных типов) и химических препаратов. Среди дезинсектирующих средств наиболее широко применяются ДДТ, гексахлоран, хлорофос. Среди препаратов, предназначенных для истреб-

ления грызунов, — кры- сид, фосфид цинка, серноокислый калий.

После проведения дезинфекции, дезинсекции и дератизации проводится полная санитарная обработка лиц, принимавших участие в осуществлении названных мероприятий. При необходимости организуется санитарная обработка и остального населения.

Контрольные вопросы:

1. Что входит в состав биологического оружия?
2. Как определяют границы очага биологического поражения?
3. Каковы основные средства защиты населения от биологического оружия?
4. Назовите признаки применения противником биологического оружия.
5. Что такое дезинфекция, дезинсекция и дератизация?
6. Назовите способы защиты населения при авариях на химически опасных объектах.
7. Какие виды коллективных защитных сооружений могут быть использованы населением при радиоактивном или химическом заражении местности?
8. Чем отличаются изолирующие и фильтрующие средства защиты кожи?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

**Тема: Характеристика химического оружия. Действия населения в очаге химического поражения**

**Цель работы:** изучить виды химического оружия и действия населения.

**Материальное обеспечение:**

Методические указания к практическим занятиям

**Ход занятия:**

1. Прочитайте внимательно содержание задания.
2. Выполните поочередно предложенные задания.
3. Сделайте вывод и оформите практическую работу.

### Теоретические аспекты

**Химическое оружие (ХО)** — это оружие массового поражения. Его действие основано на отравляющих свойствах некоторых химических веществ.

Отравляющие вещества (ОВ) представляют собой химические соединения, которые при применении могут наносить поражение незащищенной живой силе или снижать ее боеспособность. Они отличаются от других боевых средств тем, что способны проникать вместе с воздухом в различные сооружения, в танки и другую боевую технику и наносить поражения находящимся в них людям. ОВ могут сохранять свое поражающее действие в воздухе, на местности и в различных объектах на протяжении подчас довольно продолжительного времени. Распространяясь в больших объемах воздуха и на больших площадях, они наносят поражение всем людям, находящимся в сфере их действия без средств защиты. Пары ОВ способны распространяться по ветру на значительные расстояния от районов непосредственного применения ХО.

В состав ХО входят также боевые токсические химические вещества (БТХВ) и средства их применения и доставки к цели. Боевые токсические химические вещества представляют собой химические соединения, способные поражать людей и животных на больших площадях, проникать в различные сооружения, заражать местность. Ими снаряжаются ракеты, авиационные бомбы, артиллерийские снаряды и мины, химические фугасы, а также выливные авиационные приборы (ВАП).

Применяться БТХВ могут в капельно-жидком состоянии, в виде газа (пара) и аэрозоля (тумана, дыма). Проникать в организм человека и поражать его они могут через органы дыхания и пищеварения, через кожу и глаза.

Химические боеприпасы различают по стойкости применяемого ОВ, по характеру физиологического воздействия на организм человека, по средствам и способам применения, по тактическому назначению, по скорости наступающего воздействия.

В зависимости от того, на протяжении какого времени после применения ОВ могут сохранять свое поражающее действие, они условно подразделяются на стойкие и нестойкие. Стойкость отравляющих веществ зависит от их физических и химических свойств, способов применения, метеорологических условий и характера местности, на которой они применены.

Стойкие ОВ сохраняют свое поражающее действие от нескольких часов до нескольких дней и даже недель. Они испаряются очень медленно и мало изменяются под действием воздуха или влаги. Нестойкие ОВ сохраняют поражающее действие на открытой местности в течение нескольких минут, а в местах застоя (леса, лощины, инженерные сооружения) — несколько десятков минут и более.

По физиологическое воздействию на организм человека боевые отравляющие вещества подразделяются на нервно-паралитические, кожно-нарывные, удушающие, общепаразитические, токсины, фитотоксиканты, раздражающие и психохимические. Все это БТХВ, являющиеся оружием смертельного действия.

БТХВ нервно-паралитического действия представляют собой высокотоксичные фосфорорганические вещества (V-газы, зарин), поражающие нервную систему. Это самые опасные БТХВ. Они воздействуют на организм через органы дыхания, кожу (в парообразном и капельножидком состоянии), а также при попадании в желудочно-кишечный тракт вместе с пищей и водой. Стойкость их летом более суток, зимой несколько недель и даже месяцев. Для поражения человека достаточно их ничтожного количества. Признаками поражения являются: слюнотечение, сужение зрачков (миоз) (рис. 5.3), затруднение дыхания, тошнота, рвота, судороги, паралич. Для защиты используются противогаз и защитная одежда. Оказывая первую помощь, пораженному надевают противогаз и вводят с помощью шприца, тубика или таблетки противоядие. При попадании БТХВ нервно-паралитического действия на кожу или одежду пораженные места обрабатываются жидкостью из индивидуального противохимического пакета.

БТХВ удушающего характера (фосген) воздействует на организм через органы дыхания. Признаками поражения являются неприятный сладковатый привкус во рту, кашель, головокружение, общая слабость. Эти явления после выхода из очага заражения проходят, и пострадавший в течение 4—6 ч чувствует себя нормально, не подозревая о полученном поражении. В этот период (скрытого действия) развивается отек легких. Затем может резко ухудшиться дыхание, появиться кашель с обильной мокротой, головная боль, повышение температуры, одышка, сердцебиение. При поражении пострадавшему надевают противогаз, выводят его из зараженного района, тепло укрывают и обеспечивают покой. Ни в коем случае нельзя делать искусственное дыхание.

БТХВ общепаразитического действия (синильная кислота и хлорциан) поражают только при вдыхании воздуха, зараженного их парами (через кожу они не действуют). Признаками поражения являются металлический привкус во рту, раздражение горла, головокружение, слабость, тошнота, резкие судороги, паралич. Для защиты от них достаточно использовать лишь противогаз. При оказании помощи пострадавшему надо раздавить ампулу с противоядием и ввести ее под шлем-маску противогаза. В тяжелых случаях пострадавшему делают искусственное дыхание, согревают его и отправляют на медицинский пункт.

БТХВ кожно-нарывного действия (иприт) оказывают многостороннее воздействие на организм человека. В капельно-жидком и парообразном состоянии они поражают кожу и глаза, при вдыхании паров — дыхательные пути и легкие, при попадании с пищей и водой — органы пищеварения. Характерная особенность иприта — наличие периода скры-

того действия. Поражение выявляется не сразу, а через некоторое время (4 ч и более). Признаками поражения являются покраснения кожи, образование мелких пузырей, которые затем сливаются в крупные и через 2—3 сут лопаются, превращаясь в трудно заживающие язвы. При любом местном поражении БТХВ вызывает общее отравление организма, которое проявляется в повышении температуры, недомогании.

Токсинами называются химические вещества белковой природы растительного, животного или микробного происхождения. Они обладают высокими отравляющими свойствами и способны при их применении оказывать поражающее действие на организм человека и животных.

По своему строению токсины ничем не отличаются от обычных химических соединений и в принципе могут быть получены синтетическим путем. В отличие от биологических средств токсины ограниченно жизнеспособны. В частности, они не могут размножаться в любых условиях. Токсины не имеют периода инкубации. Период же скрытого действия зависит только от дозы и путей попадания в организм. Применяться токсины могут на основе тех же принципов и способов, что и при использовании ОВ. Основными видами токсинов, которые могут использоваться в военных целях, являются ботулинический токсин, стафилококковый энтеротоксин и рицин.

Ботулинический токсин (шифр Икс-Ар) является сильнейшим из всех в настоящее время ядов смертельного действия. Наибольшей токсичностью обладает при попадании в кровь через раневые поверхности. Явные признаки поражения наступают после периода скрытого действия (от 3 ч до 2 сут). Они начинаются с ощущения сильной слабости, тошноты и рвоты. В дальнейшем появляется головокружение, двоение в глазах, ухудшение зрения, развивается чувство жажды, начинаются боли в желудке. Смерть наступает через 1 — 10 сут. ,

Фитотоксиканты (от греч. фитон — растение, тоскикон — яд) — токсичные химические вещества, предназначенные для поражения различных видов растительности. В зависимости от характера физиологического действия и целевого назначения подразделяются на свои виды. Так, гербициды поражают травяной покров, злаковые и овощные культуры. Арборициды уничтожают древесно-кустарниковую растительность.

Альгициды предназначены для поражения водной растительности. Десиканты воздействуют на все виды растительности путем ее высушивания. В качестве табельных фитотоксикантов на вооружении армии США состоят три рецептуры: «оранжевая», «белая» и «синяя»<sup>1</sup>. «Оранжевая» рецептура представляет собой маслянистую жидкость темно-бурого цвета. Полностью уничтожает посевы овощных культур и повреждает деревья и кустарники. Во Вьетнаме применялась американскими войсками для уничтожения больших лесных массивов. «Белая» рецептура — порошкообразная смесь белого цвета, не горит и не растворяется в маслах. Является гербицидом универсального действия. «Синяя» рецептура — обладает ярко выраженными прижигательными свойствами — вызывает высушивание и свертывание листьев. Растения погибают в течение 2 — 4 сут.

К числу БТХВ, временно выводящих человека из строя, относятся прежде всего БТХВ раздражающего действия (CS — си-эс, адасит и др.). Они вызывают острое жжение и боль во рту, горле и в глазах, сильное слезотечение, кашель, затруднение дыхания. БТХВ психохимического действия (BZ — би-зет) специфически действуют на центральную нервную систему и вызывают расстройства психические (галлюцинации, страх, подавленность) или физические (слепота, глухота). При поражении БТХВ раздражающего и психохимического действия необходимо зараженные участки тела обработать мыльной водой, глаза и носоглотку тщательно промыть чистой водой, а обмундирование вытряхнуть или вычистить щеткой. Пострадавших следует вывести с зараженного участка и оказать им медицинскую помощь.

Стафилококковый энтеротоксин также относится к боевым токсичным веществам, временно выводящим живую силу из строя. Основными путями проникновения в орга-

низм являются органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и открытые раневые поверхности.

Симптомы поражения носят характер пищевого отравления (слюнотечение, тошнота, рвота, высокая температура). Период скрытого действия от нескольких десятков минут до 6 ч. Симптомы поражения начинают исчезать примерно через сутки. Но в течение этого времени пораженный оказывается полностью небоеспособным. Смертельные исходы крайне редки. Ризин, токсин растительного происхождения, твердое порошкообразное вещество, не имеющее запаха. Может быть применен в виде аэрозоля.

По ингаляционной токсичности близок к зарину.

Использование фитотоксикантов осуществлялось с помощью самолетов и вертолетов. Все применявшиеся фитотоксиканты оказались токсичными для человека и теплокровных животных. Особую опасность для человека и животных представляет диоксин — технологическая примесь «оранжевой» рецептуры. Это высокотоксичное вещество с многосторонним замедленным действием, приводящим к гибели людей через несколько недель после отравления.

Каковы задачи, средства и способы применения ОВ? Отравляющие вещества могут применяться для решения ряда задач. Прежде всего — поражение живой силы противника с целью полного ее уничтожения или временного вывода из строя. Это достигается применением главным образом ОВ нервно-паралитического действия. Целью может быть подавление живой силы с целью вынудить ее в течение определенного времени принимать меры защиты и, таким образом, затруднить ее маневр, снизить скорость и меткость огня. Эта цель достигается применением ОВ кожно-нарывного и нервно-паралитического действия. Может ставиться задача сковывания (изнурения) противника, чтобы затруднить его боевые действия на длительное время и вызвать потери в личном составе. Решается она применением стойких ОВ психохимического действия.

Возможен вариант заражения местности с целью вынудить противника оставить занимаемые позиции, исключить или затруднить пользование некоторыми участками местности, усложнить преодоление заграждений. Для применения отравляющих веществ в указанных целях могут быть использованы ракеты, авиация, артиллерия, химические фугасы.

В результате применения химического оружия возникают очаги химического поражения. Так называются территории, в пределах которой в результате воздействия химического оружия произошли массовые поражения людей и сельскохозяйственных животных. Размеры очага зависят от масштаба и способа применения БТХВ, его типа, метеорологических условий, рельефа местности. Особенно опасны стойкие БТХВ нервно-паралитического действия. Их пары распространяются по ветру на довольно большое расстояние (15 — 25 км и более). Поэтому люди и животные могут быть поражены ими не только в районе применения химических боеприпасов, но и далеко за его пределами.

Длительность поражающего действия БТХВ тем меньше, чем сильнее ветер и восходящие потоки воздуха. В лесах, парках, оврагах, на узких улицах они сохраняются дольше, чем на открытой местности.

Территория, подвергшаяся непосредственному воздействию химического оружия противника, и территория, над которой распространилось облако зараженного воздуха в поражающих концентрациях, называется зоной химического поражения. Различают первичную и вторичную зоны заражения. Первичная зона образуется в результате воздействия первичного облака зараженного воздуха, источником которого являются пары и аэрозоли БТХВ, появившиеся непосредственно при разрыве химических боеприпасов. Вторичная зона возникает в результате воздействия облака, которое образуется при испарении капель БТХВ, осевших после разрыва химических боеприпасов.

Современные отравляющие вещества обладают чрезвычайно высокой токсичностью. Поэтому своевременность действий населения, направленных на предотвращение поражения ОВ, во многом будет зависеть от умения распознать признаки примененного противником химического оружия. Появление за пролетающим самолетом противника

темной, быстро оседающей и рассеивающейся полосы, образование белого и слегка окрашенного облака в месте разрыва авиационной бомбы дают основания предполагать, что в воздухе есть отравляющие вещества. Капли ОВ хорошо заметны на асфальте, стенах зданий, листьях растений и других предметах. О наличии отравляющих веществ можно судить и по тому, как под воздействием их вянут зелень и цветы, погибают птицы.

При обнаружении признаков применения противником отравляющих веществ (по сигналу «Химическая тревога») надо срочно надеть противогаз, а в случае необходимости — средства защиты кожи. Если поблизости имеется убежище, нужно укрыться в нем.

Перед тем как войти в убежище, следует снять использованные средства защиты кожи и верхнюю одежду и оставить их в тамбуре убежища. Эта мера предосторожности исключает занос ОВ в убежище. Противогаз снимают после входа в убежище.

При пользовании укрытием, например подвалом, не следует забывать, что оно может служить защитой лишь от попадания на кожные покровы и одежду капельножидких ОВ.

Однако оно не защищает от паров или аэрозолей отравляющих веществ, находящихся в воздухе. Находясь в таких укрытиях, при наружном заражении обязательно надо воспользоваться противогазом.

Находиться в убежище (укрытии) следует до получения распоряжения на выход из него.

Когда такое распоряжение поступит, необходимо надеть требуемые средства индивидуальной защиты (лицам, находящимся в убежищах, — противогазы и средства защиты кожи, лицам, находящимся в укрытиях и уже используемым противогазы, — средства защиты кожи) и покинуть сооружение, чтобы выйти за пределы очага поражения.

Выходить из очага химического поражения нужно по направлениям, обозначенным специальными указателями или указанным постами ГО (милиции). Если нет ни указателей, ни постов, то двигаться следует перпендикулярно направлению ветра. Это обеспечивает быстрейший выход из очага поражения, поскольку глубина распространения облака зараженного воздуха (она совпадает с направлением ветра) в несколько раз превышает ширину его фронта. Встретив на пути выхода из очага поражения престарелых граждан и инвалидов, нужно помочь им выйти на незараженную территорию. Пораженным следует оказать помощь.

На зараженной ОВ территории надо двигаться быстро, но не бежать, не поднимать пыль (брызги). Нельзя прислоняться к зданиям и прикасаться к окружающим предметам (они могут быть ] заражены). Не следует наступать на видимые капли и мазки ОВ. На зараженной территории запрещается снимать противогазы и другие средства защиты. Если неизвестно, заражена местность или нет, лучше действовать так, как если бы она была заражена.

Особая осторожность должна проявляться при движении по зараженной территории через парки, сады, огороды и поля. На листьях и ветках растений могут находиться осевшие капли ОВ, при прикосновении к ним можно заразить одежду и обувь, что может привести к поражению

По возможности следует избегать движения оврагами и лощинами, через луга и болота, в этих местах возможен длительный застой паров ОВ. В городах пары ОВ могут застаиваться в замкнутых кварталах, парках, а также в подъездах и на чердаках домов. Зараженное облако в городе распространяется на наибольшие расстояния по улицам, тоннелям, трубопроводам.

В случае обнаружения после химического нападения противника или во время движения по зараженной территории капель, мазков или ОВ на кожных покровах, одежде, обуви или средствах индивидуальной защиты необходимо немедленно снять их тампонами из марли или ваты; если таких тампонов нет, капли (мазки) О В можно снять тампонами из бумаги или ветоши. Пораженные места следует обработать раствором из противохимического пакета или тщательно промыть теплой водой с мылом.

После выхода из очага химического поражения немедленно проводится полная санитарная обработка. Если это невозможно, проводятся частичные дегазация и санитарная обработка.

### **Контрольные вопросы:**

1. Расскажите о химическом оружии, его составе, способах применения.
2. Охарактеризуйте нервно-паралитические БТХВ.
3. Назовите БТХВ, при поражении которыми наблюдается период скрытого действия.
4. Расскажите о способах защиты от БТХВ.
5. Каковы действия населения в очаге химического поражения?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

### **Тема: Характеристика ядерного оружия и действий населения в очаге ядерного поражения**

**Цель работы:** изучить виды ядерного оружия и действий населения.

**Материальное обеспечение:**

Методические указания к практическим занятиям

#### **Ход занятия:**

1. Прочитайте внимательно содержание задания.
2. Выполните поочередно предложенные задания.
3. Сделайте вывод и оформите практическую работу.

#### **Теоретические аспекты**

Ядерное оружие по своим поражающим свойствам относится к самым мощным. Оно способно в кратчайшее время уничтожить большое количество людей и животных, разрушить здания и сооружения на обширных территориях. Массовое применение ядерного оружия чревато катастрофическими последствиями для всего человечества. Поэтому ведется борьба за полное запрещение его испытаний и производства, уничтожение всех его запасов..

Поражающее действие ядерного оружия основано на использовании внутриядерной энергии, мгновенно выделяющейся при взрыве. В состав ядерного оружия входят ядерные боеприпасы и средства их доставки к цели. Основу ядерного боеприпаса составляет ядерный заряд, мощность которого принято выражать тротильным эквивалентом. Под этим понимается количество обычного взрывчатого вещества, при взрыве которого выделяется столько же энергии, сколько ее выделится при взрыве данного ядерного боеприпаса. Его измеряют в десятках, сотнях, тысячах (кило-) и миллионах (мега-) тонн. Средствами доставки боеприпасов к целям являются ракеты (основное средство нанесения ядерных ударов), авиация и артиллерия. Могут применяться и ядерные фугасы.

В зависимости от задач, решаемых ядерным оружием, от вида расположения объектов, по которым планируются ядерные удары, а также от характера предстоящих боевых действий ядерные взрывы могут быть осуществлены в воздухе, у поверхности земли (воды) и под землей (водой). В соответствии с этим различают следующие виды ядерных взрывов: воздушный (высокий и низкий), наземный (надводный), подземный (подводный). Точка, в которой произошел взрыв, называется центром, а ее проекция на поверхность земли (воды) — эпицентром ядерного взрыва. Ядерный взрыв способен мгновенно уничтожить или вывести из строя незащищенных людей, открыто стоящую технику, сооружения и различные материальные средства. Основные поражающие факторы ядерного взрыва изображены на рис. 5.1. Это ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение местности, электромагнитный импульс.

**Ударная волна.** Основной поражающий фактор ядерного взрыва. Большинство разрушений и повреждений сооружений, зданий, а также поражения людей обусловлены, как правило, ее воздействием. Источник ее возникновения — огромное давление, образующееся в центре взрыва и достигающее в первые мгновения миллиардов атмосфер. Образовавшееся давление, стремительно распространяясь, наносит поражение всему живому и вызывает огромные разрушения и пожары. Передняя граница сжатого слоя воздуха называется фронтом ударной волны.

Степень поражения ударной волной людей и различных объектов зависит от мощности и вида взрыва, а также от расстояния, на котором произошел взрыв, рельефа местности и положения объектов на ней. Незащищенные люди могут, кроме того, поражаться летящими с огромной скоростью осколками стекла и обломками разрушаемых зданий, падающими деревьями, а также разбрасываемыми частями боевой техники, комьями земли, камнями и другими предметами, приводимыми в движение скоростным напором ударной волны. Наибольшие косвенные поражения будут наблюдаться в населенных пунктах и в лесу. Ударная волна способна наносить поражения и в закрытых помещениях, проникая туда через щели и отверстия.

Поражающее действие ударной волны характеризуется величиной избыточного давления. Это разность между максимальным давлением во фронте ударной волны и нормальным атмосферным давлением перед фронтом волны. Оно измеряется в ньютонах на квадратный метр (Н/м<sup>2</sup>), в Паскалях (Па). Они соотносятся следующим образом: 1 Н/м<sup>2</sup> = 1 Па = 0,01 кгс/см<sup>2</sup>.

Поражения, наносимые ударной волной, подразделяются на легкие, средние, тяжелые и крайне тяжелые. При избыточном давлении 20—40 кПа незащищенные люди могут получить легкие поражения (легкие ушибы и контузии). Воздействие ударной волны с избыточным давлением 40 — 60 кПа приводит к поражению средней тяжести, которое сопровождается потерей сознания, повреждением органов слуха, сильными вывихами конечностей, кровотечением из носа и ушей. Тяжелые поражения возникают при избыточном давлении свыше 60 кПа. Они характеризуются сильными контузиями всего организма, переломами конечностей, поражением внутренних органов. Крайне тяжелые поражения, нередко со смертельным исходом, наблюдаются при избыточном давлении свыше 100 кПа.

Скорость движения и расстояние, на которое распространяется ударная волна, зависят от мощности ядерного взрыва. С увеличением расстояния от места взрыва скорость быстро падает. Так, при взрыве боеприпаса мощностью 20 кт ударная волна проходит 1 км за 2 с; 2 км — за 5 с, 3 км — за 8 с. За это время человек после вспышки может укрыться и тем уменьшить вероятность поражения ударной волной или вообще избежать поражения.

**Световое излучение.** Представляет собой поток лучистой энергии, включающий ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные лучи. Источником светового излучения является светящаяся область, состоящая из раскаленных продуктов взрыва и раскаленного воздуха. Яркость светового излучения в первую секунду в несколько раз превосходит яркость Солнца. Поглощенная энергия светового излучения переходит в тепловую, что приводит к разогреву поверхностного слоя окружающих материалов. Нагрев может быть настолько сильным, что возможно обугливание или воспламенение горючего материала, растрескивание или оплавление негорючего. Все это может привести к огромным пожарам. Кожный покров человека также поглощает энергию светового излучения, за счет чего может нагреваться до очень высокой температуры и получать ожоги. Ожоги возникают в первую очередь на открытых участках тела, обращенных в сторону взрыва. Если смотреть в сторону взрыва незащищенными глазами, то возможно поражение глаз, приводящее к полной потере зрения. Ожоги, вызываемые световым излучением, не отличаются от обычных, вызываемых огнем или кипятком. Они тем сильнее, чем меньше расстояние до взрыва и чем больше мощность боеприпаса. При воздушном взрыве поражающее действие светового излучения больше, чем при наземном взрыве той же

мощности. В зависимости от воспринятого светового импульса ожоги делятся на три степени. Ожоги первой степени проявляются в поверхностном поражении кожи: покраснении, припухлости, болезненности. При ожогах второй степени на коже появляются пузыри. При ожогах третьей степени наблюдаются омертвление не только кожи, но и глубоко лежащих тканей.

При воздушном взрыве боеприпаса мощностью 20 кт и прозрачности атмосферы порядка 25 км ожоги первой степени будут наблюдаться в радиусе 4,2 км от центра взрыва; при взрыве заряда мощностью 1 Мт это расстояние увеличится до 22,4 км. Ожоги второй степени проявляются на расстоянии 2,9 и 14,4 км и ожоги третьей степени — на расстояниях 2,4 и 12,8 км соответственно для боеприпасов мощностью 20 кт и 1 Мт. Световое излучение не проникает через непрозрачные материалы, поэтому любая преграда, способная создать тень, защищает от прямого воздействия светового излучения и исключает ожоги. Значительно ослабляется световое излучение в запыленном (задымленном) воздухе, в туман, дождь, снегопад.

**Проникающая радиация.** Представляет собой невидимый поток  $\alpha$ -лучей и нейтронов, исходящих из зоны ядерного взрыва. Нейтроны и  $\alpha$ -лучи распространяются во все стороны от центра взрыва на сотни метров. С увеличением расстояния от взрыва количество  $\alpha$ -лучей и нейтронов, проходящих через единицу поверхности, уменьшается. При подземном и подводном ядерных взрывах действие проникающей радиации распространяется на значительно меньшие расстояния, чем при наземных и воздушных взрывах. Это объясняется поглощением потока нейтронов и  $\alpha$ -лучей землей и водой. Зоны поражения проникающей радиацией при взрывах ядерных боеприпасов средней и большой мощности несколько меньше зон поражения ударной волной и световым излучением. Для боеприпасов с небольшим тротиловым эквивалентом (1000 т и менее) зоны поражающего действия проникающей радиацией превосходят зоны поражения ударной волной и световым излучением. Поражающее действие проникающей радиации определяется способностью  $\alpha$ -лучей и нейтронов ионизировать атомы среды, в которой они распространяются. Проходя через живую ткань,  $\alpha$ -лучи и нейтроны ионизируют атомы и молекулы, входящие в состав ее клеток. Это приводит к нарушению жизненных функций пораженных органов и систем. Под влиянием ионизации в организме возникают биологические процессы отмирания и разложения клеток. В результате развивается специфическое заболевание, называемое лучевой болезнью.

Для оценки ионизации атомов среды, а следовательно, и поражающего действия проникающей радиации на живой организм введено понятие дозы облучения (или дозы радиации). Единицей ее измерения служит рентген (Р) (в настоящее время в системе СИ ему соответствует Кл/кг). Дозе радиации 1 Р соответствует образование в одном кубическом сантиметре воздуха приблизительно 2 млрд. пар ионов.

В зависимости от дозы излучения различают три степени лучевой болезни. Первая (легкая) степень возникает при получении человеком дозы от 100 до 200 Р. Она характеризуется общей слабостью, легкой тошнотой, кратковременным головокружением, повышением потливости. Личный состав, получивший такую дозу, обычно не выходит из строя. м. В этом случае признаки поражения — головная боль, повышение температуры, желудочно-кишечные расстройства — проявляются более резко и быстро. Личный состав в большинстве случаев выходит из строя. Третья (тяжелая) степень лучевой болезни возникает при дозе 300 Р. Она характеризуется тяжелыми головными болями, тошнотой, сильной общей слабостью, головокружением и другими недомоганиями. Тяжелая форма нередко приводит к смертельному исходу.

При прохождении через ту или иную среду действие проникающей радиации уменьшается. Ослабляющее действие принято характеризовать слоем половинного ослабления. Речь идет о такой толщине материала, которая уменьшает радиацию в два раза. Например, в два раза ослабляют интенсивность  $\alpha$ -лучей сталь толщиной 2,8 см, бетон — 10 см, грунт — 14 см, древесина — 30 см.

Радиоактивное заражение. Обусловливается осколками деления вещества заряда и не прореагировавшей частью заряда, которые выпадают из облака взрыва, а также наведенной радиоактивностью. С течением времени активность осколков деления быстро уменьшается, особенно в первые часы после взрыва. Так, например, общая активность осколков деления при взрыве ядерного боеприпаса мощностью 20 кт через один день будет в несколько тысяч раз меньше, чем через одну минуту после взрыва. При взрыве ядерного боеприпаса часть вещества заряда не подвергается делению, а выпадает в обычном своем виде. Распад ее сопровождается образованием  $\alpha$ -частиц. Наведенная радиоактивность обусловлена радиоактивными изотопами, образующимися в грунте в результате облучения его нейтронами, испускаемыми в момент взрыва ядрами атомов химических элементов, входящих в состав грунта. Образовавшиеся изотопы, как правило,  $\beta$ -активны. Распад многих из них сопровождается  $\gamma$ -излучением. Периоды полураспада большинства из образующихся радиоактивных изотопов сравнительно невелики: от одной минуты до часа. В связи с этим наведенная радиоактивность может представлять опасность лишь в первые часы после взрыва и только в районе, близком к его эпицентру. Основная часть долгоживущих изотопов сосредоточена в радиоактивном облаке, которое образуется после взрыва. Высота поднятия облака для боеприпаса мощностью 10 кт равна 6 км, для боеприпаса мощностью 10 Мт она достигает 25 км. По мере движения облака из него выпадают сначала наиболее крупные частицы, а затем все более мелкие, образуя по пути движения зону радиоактивного заражения, так называемый след облака. Размеры следа зависят главным образом от мощности ядерного боеприпаса, а также от скорости ветра и могут достигать в длину несколько сотен и в ширину нескольких десятков километров.

Поражения внутреннего облучения появляются в результате попадания радиоактивных веществ внутрь организма через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт. Они вступают в непосредственный контакт с внутренними органами и могут вызвать лучевую болезнь. Характер заболевания зависит от количества радиоактивных веществ, попавших в организм.

Единицей измерения поглощенной дозы (Дп) является рад,  $1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г}$ . В системе СИ новой единицей поглощенной дозы является грей (Гр);  $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$ . Для мягких тканей поле рентгеновского и  $\gamma$ -излучения поращенная доза 1 рад примерно соответствует экспозиционной дозе 1 Р, т.е.  $1 \text{ Р} = 1 \text{ рад}$  (точнее — 0,88 рад). Радиобиологический эффект поглощенной дозы тем выше, чем плотнее создаваемая излучением ионизация. Поэтому для количественной оценки этого влияния введено понятие «относительная биологическая эффективность» (ОБЭ), или коэффициент качества (Кк) излучения. В этом случае эквивалентная доза (Дэкв) равна произведению Дп • Кк. Единицей измерения эквивалентной дозы (Дэкв) является биологический эквивалент рада (бэр),  $1 \text{ бэр} = 1 \text{ рад} \cdot \text{Кк}$ . В системе СИ новой единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв),  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ . Коэффициент качества ионизирующего излучения, по определению, для  $\gamma$ - и  $\beta$ -излучений равен 1, для протонов и быстрых нейтронов — от 3 до 10, для  $\alpha$ -частиц — 20.

Обычную дозу облучения определяют за какой-либо промежуток времени, называемый временем облучения (время пребывания людей на зараженной местности). Для оценки интенсивности  $\gamma$ -излучения, испускаемого радиоактивными веществами на зараженной местности, введено понятие «уровень радиации» (мощность дозы излучения). Уровни радиации можно измерить в рентгенах в час (Р/ч), небольшие уровни радиации — в миллирентгенах в час (мР/ч) или в радах в час (рад/ч), в миллирадах в час (мрад/ч), в микрорадах в час (мкрад/ч).

Степень радиоактивного заражения местности и размеры заражения при ядерном взрыве зависят от мощности и вида взрыва, метеорологических условий, а также от характера местности и грунта. Заражение местности условно делится на зоны.

Прежде всего эта зона чрезвычайно опасного заражения. На внешней границе этой зоны доза радиации (с момента выпадения радиоактивных веществ из облака на

местность до полного их распада) равна 4000 рад, уровень радиации через 1 ч после взрыва — 800 рад/ч. Далее следует зона опасного заражения. На внешней границе зоны доза радиации равна 1200 рад, уровень радиации через 1 ч после взрыва — 240 рад/ч. На внешней границе зоны сильного заражения доза радиации — 400 рад, уровень радиации через 1 ч после взрыва — 80 рад/ч. Наконец, зона умеренного заражения. На внешней ее границе доза радиации 40 рад, уровень радиации через 1 ч после взрыва — 8 рад/ч. В результате воздействия ионизирующих излучений также, как и при воздействии проникающей радиации, у людей возникает лучевая болезнь. Доза 100 — 200 рад вызывает лучевую болезнь первой степени, доза 200 — 400 рад — лучевую болезнь второй степени, доза 300 — 600 рад — лучевую болезнь третьей степени, доза свыше 600 рад — лучевую болезнь четвертой степени.

**Электромагнитный импульс.** Это электрические и магнитные поля, возникающие в результате воздействия у-излучения ядерного взрыва на атомы окружающей среды и образования в этой среде потока электронов и положительных ионов. Они могут вызвать повреждение радиоэлектронной аппаратуры, нарушить работу радио- и радиоэлектронных средств. Разряд полей на человека (при контакте с аппаратурой) может вызвать его гибель.

**Действия населения.** Наиболее надежным средством защиты от всех поражающих факторов ядерного взрыва являются защитные сооружения. При действиях в зонах заражения для защиты органов дыхания, глаз и открытых участков тела от радиоактивных веществ используются средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, противопыльные тканевые маски и ватно-марлевые повязки), а также средства защиты кожного покрова.

Опасным видом ядерного оружия являются нейтронные боеприпасы. Основу их составляют термоядерные заряды, в которых используются ядерные реакции деления и синтеза. Взрыв такого боеприпаса оказывает особо сильное поражающее воздействие на людей за счет мощной проникающей радиации. Значительная ее часть (до 40 %) приходится на так называемые быстрые нейтроны, оказывающие наиболее вредное воздействие на организм человека.

При применении нейтронного боеприпаса площадь зоны поражения проникающей радиации превосходит площадь зоны поражения ударной волной в несколько раз. В этой зоне техника и сооружения могут оставаться невредимыми, а люди получают смертельные поражения. Для защиты от нейтронных боеприпасов используются те же средства и способы, что и для защиты от ядерных боеприпасов. Кроме того, при сооружении убежищ и укрытий рекомендуется уплотнять и увлажнять укладываемый над ними грунт, увеличивать толщину перекрытий, устраивать дополнительную защиту входов и выходов. Защитные свойства техники повышаются применением комбинированной защиты, состоящей из водородсодержащих веществ (например, полиэтилена) и материалов с высокой плотностью (свинец).

Очагом ядерного поражения называется территория, подвергшаяся непосредственному воздействию поражающих факторов ядерного взрыва. Ситуация характеризуется массовыми разрушениями зданий, сооружений, завалами, авариями в сетях коммунально-энергетического хозяйства, пожарами, радиоактивным заражением и значительными потерями среди населения и определяется в основном воздействием ударной волны.

Размеры очага тем больше, чем мощнее ядерный взрыв. Характер разрушений в очаге зависит также от прочности конструкций зданий и сооружений, их этажности и плотности застройки. Внешней границей очага ядерного поражения считается условная линия на местности, проведенная на таком расстоянии от эпицентра, где величина избыточного давления ударной волны равна 10 кПа.

Очаг ядерного поражения условно делят на зоны — участки с примерно одинаковыми по характеру разрушениями. Зоной полных разрушений называют территорию, подвергшуюся воздействию ударной волны с избыточным давлением на внешней границе свыше 50 кПа. В зоне полностью разрушаются все здания и сооружения, противорадиаци-

онные укрытия и часть убежищ. Образуются сплошные завалы, повреждается коммунально-энергетическая сеть.

К зоне сильных разрушений относят территорию, где избыточное давление во фронте ударной волны составляет от 50 до 30 кПа. Здесь наземные здания и сооружения получают сильные разрушения, образуются местные завалы, возникают сплошные и массовые пожары. Большинство убежищ способно сохраниться, но могут быть завалены их входы и выходы. Люди в них могут получить поражения при нарушении герметизации убежищ, при их затоплении или загазованности.

Зона средних нарушений испытывает избыточное давление от 30 до 20 кПа. Здания и сооружения получают средние разрушения (разрушения крыш, трещины в стенах). Убежища и укрытия сохраняются полностью. Возникают сплошные пожары.

Зона слабых разрушений подвергается избыточному давлению в 20—10 кПа. Здания получают незначительные разрушения (выбиты стекла, рамы, частичное разрушение крыши и т.д.). От светового излучения возникают отдельные пожары.

Поражение людей в очаге ядерного поражения во многом зависит от того, где они находились в момент ядерного взрыва: в убежищах (укрытиях) или вне их. Убежища (укрытия) являются эффективным средством защиты от всех поражающих факторов ядерного оружия и от последствий, вызванных применением этого оружия. Следует тщательно соблюдать правила пребывания в них, строго выполнять требования комендантов (старших) и других лиц, ответственных за поддержание порядка в защитных сооружениях. Находясь в убежищах (укрытиях), необходимо постоянно держать в готовности к немедленному использованию средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).

Обычно длительность пребывания людей в убежищах (укрытиях) зависит от степени радиоактивного заражения местности, где расположены защитные сооружения. Если убежище (укрытие) находится в зоне заражения с уровнями радиации от 8 до 80 Р/ч через один час после ядерного взрыва, то время пребывания в нем укрываемых людей составит от нескольких часов до одних суток. В зоне заражения с уровнями радиации от 80 до 240 Р/ч нахождение людей в защитном сооружении увеличивается до 3 сут. В зоне заражения с уровнем радиации 240 Р/ч и выше это время составит 3 сут и более. По истечении указанных сроков из убежищ (укрытий) можно перейти в жилые помещения. В течение последующих 1 — 4 сут (в зависимости от уровней радиации в зонах заражения) из таких помещений можно периодически выходить наружу, но не более чем на 3—4 ч в сутки. В условиях сухой и ветреной погоды, когда возможно пылеобразование, при выходе из помещений следует использовать СИЗОД. Чтобы благополучно пережить указанные сроки пребывания в убежищах (укрытиях), необходимо иметь запасы продуктов питания (не менее чем на 4 сут), питьевой воды (из расчета 3 л на человека в сутки), а также предметы первой необходимости и медикаменты.

Если в результате ядерного взрыва убежище (укрытие) окажется поврежденным и дальнейшее пребывание в нем будет сопряжено с опасностью для укрывающихся, принимают меры к быстрому выходу из него, не дожидаясь прибытия спасательных формирований. Предварительно следует немедленно надеть СИЗОД. По указанию коменданта убежища (старшего по укрытию) укрывающиеся выходят из убежища (укрытия), используя имеющиеся выходы. Так, если основной выход завален, необходимо воспользоваться запасным или аварийным выходом. В том случае, когда никаким выходом воспользоваться невозможно, укрывающиеся приступают к расчистке одного из заваленных выходов или к проделыванию выхода в том месте, где укажет комендант убежища (старший по укрытию).

В случае ядерного удара в населенных пунктах большую опасность для людей будут представлять пожары, вызванные световым излучением ядерного взрыва, вторичными факторами после взрыва, а также в результате применения противником зажигательных веществ. Это следует иметь в виду, покидая укрытие, убежище. После выхода из очага ядерного поражения (зоны радиоактивного заражения) необходимо провести частичную дезактивацию и санитарную обработку, т.е. удалить радиоактивную

пыль. При дезактивации ее удаляют с одежды, обуви, со средств индивидуальной защиты; при санитарной обработке — с открытых участков тела и слизистых оболочек глаз, носа и рта.

При частичной дезактивации следует осторожно снять одежду, ни в коем случае не снимая СИЗОД. Затем стать спиной к ветру, чтобы предохранить себя от попадания радиоактивной пыли, и вытряхнуть ее. Далее рекомендуется развесить одежду на перекладине или веревке и, по-прежнему стоя спиной к ветру, обмести с нее пыль сверху вниз с помощью щетки или веника. Одежду можно выколачивать и палкой. После этого следует продезактивировать обувь: протереть тряпками и ветошью, смоченными водой, очистить веником или щеткой. Резиновую обувь можно мыть.

Противогаз дезактивируют в особой последовательности. Фильтрующе-поглощающую коробку вынимают из сумки, сумку тщательно вытряхивают. Затем тампоном, смоченным в мыльной воде, моющим раствором или жидкостью из противохимического пакета обрабатывают фильтрующе-поглощающую коробку, соединительную трубку и наружную поверхность шлема-маски (маски). Лишь после этого противогаз снимают. Противогазовые тканевые маски при дезактивации тщательно вытряхивают, чистят щетками, при возможности полощут или стирают в воде. Зараженные ватно-марлевые повязки уничтожают (сжигают).

При частичной санитарной обработке открытые участки тела, в первую очередь руки, лицо и шею, а также глаза обмывают незараженной водой. Нос, рот и горло полощут. Важно, чтобы при обмывке лица зараженная вода не попала в глаза, рот и нос. При недостатке воды обработку проводят путем многократного протирания участков тела тампонами из марли (ваты, пакли, ветоши), смоченными незараженной водой. Протирание следует проводить в одном направлении (сверху вниз), каждый раз переворачивая тампон чистой стороной.

Зимой для частичной дезактивации одежды, обуви, средств защиты и даже для частичной санитарной обработки может использоваться незараженный снег. Летом санитарную обработку можно организовать в реке или другом проточном водоеме.

Частичная дезактивация и санитарная обработка, проводимые в одноразовом порядке, не всегда гарантируют полное удаление радиоактивной пыли. Поэтому после их проведения обязательно проводится дозиметрический контроль. Если заражение одежды и тела окажется выше допустимой нормы, частичную дезактивацию и санитарную обработку повторяют. В необходимых случаях проводится полная санитарная обработка. Своевременно проведенные частичная дезактивация и санитарная обработка могут полностью предотвратить или сильно снизить степень поражения людей радиоактивными веществами.

Если люди во время ядерного взрыва находятся вне убежища (укрытия), к примеру на открытой местности или на улице, следует использовать в целях защиты естественные ближайшие укрытия. Если таких укрытий нет, надо повернуться к взрыву спиной, лечь на землю лицом вниз, руки спрятать под себя. Через 15 — 20 с после взрыва, когда пройдет ударная волна, следует встать и немедленно надеть противогаз, респиратор или какое-либо другое СИЗОД. В случае отсутствия специальных средств следует закрыть рот и нос платком, шарфом или плотным материалом. Задача состоит в том, чтобы исключить попадание внутрь организма радиоактивных веществ. Их поражающее действие бывает значительным в течение длительного времени, поскольку выведение их из организма происходит медленно. Далее необходимо стряхнуть осевшую на одежду и обувь пыль, надеть имеющиеся средства защиты кожи. Для этого можно использовать имеющиеся одежду и обувь. Затем следует побыстрее покинуть очаг поражения или укрыться в ближайшем защитном сооружении.

Оставаться на зараженной радиоактивными веществами местности вне убежищ (укрытий), несмотря на использование средств индивидуальной защиты, опасно. Это сопряжено с возможностью облучения и, как следствие, развития лучевой болезни в зонах заражения) запрещается принимать пищу, пить и курить. Прием пищи вне убежищ (укры-

тий) разрешается на местности с уровнем радиации не более 5 Р/ч. Если местность отличается более высокими уровнями радиации, прием пищи должен производиться в укрытиях или на дезактивированных участках местности. Приготовление пищи должно вестись на незараженной местности или, в крайнем случае, на местности, где уровень радиации не превышает 1 Р/ч.

При выходе из очага поражения необходимо учитывать, что в результате ядерных взрывов разрушаются здания, сети коммунального хозяйства. При этом отдельные элементы зданий могут обрушиться через некоторое время после взрыва, в частности от сотрясений при движении тяжелого транспорта. Поэтому подходить к зданиям надо с наименее опасной стороны — где нет элементов конструкций, угрожающих падением. Продвигаться надо посередине улицы, стараясь возможно быстрее попасть в безопасное место. В целях исключения несчастных случаев нельзя трогать электропровода, поскольку они могут оказаться под током. Нужно также проявлять осторожность в местах возможного загазовывания.

Направление движения из очага поражения следует выбирать, ориентируясь на знаки ограждения, расставленные разведкой гражданской обороны. Они ведут в сторону снижения уровней радиации. Двигаясь по зараженной территории, надо стараться не поднимать пыли, обходить лужи, не создавать брызг.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите и охарактеризуйте поражающие факторы ядерного взрыва.
2. Что такое очаг ядерного взрыва?
3. Какой толщины должен быть слой стали, бетона и древесины, чтобы ослабить радиоактивное излучение в два раза?
4. Каковы основные средства и способы защиты от поражающих факторов ядерного поражения?
5. Сформулируйте правила поведения в очаге ядерного поражения.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9.**

### **Тема: Оказание первой доврачебной помощи.**

**Цель работы:** приобретение умений оказания первой доврачебной помощи.

#### **Оборудование:**

1. Сумка санитарная укомплектованная (приспособление для искусственного дыхания ДТ-102, пакеты перевязочные медицинские индивидуальные, фиксирующие повязки, жгуты, термометры, ножницы, пинцеты, булавки, накладки медицинские «НМ» для защиты от холода, вещевой мешок, костюм ОЗК, носилки санитарные), комплект плакатов.
2. Методические указания к практическим занятиям.

#### **Ход занятия:**

1. Прочитайте внимательно содержание задания.
2. Выполните поочередно предложенные задания.
3. Сделайте вывод и оформите практическую работу.

### **Теоретические аспекты**

#### **Оказание первой помощи при кровотечениях.**

Экстремальные ситуации, возникающие в результате стихийных бедствий или техногенных катастроф, например крупные ДТП, часто приводят к одновременному появлению большого количества пострадавших, нуждающихся в экстренном оказании первой помощи.

Первая помощь оказывается непосредственно на месте происшествия в основном в порядке само- и взаимопомощи с использованием аптечки первой помощи, если она имеется, и других подручных средств.

При задержке оказания первой помощи в течение 1 ч погибают 30 % пострадавших с тяжелыми и крайне тяжелыми травмами, а через 6 ч — уже 90 %. Поэтому оказание первой помощи часто имеет решающее значение для сохранения жизни.

Основные цели первой помощи:

- сохранение жизни пострадавшего;
- предупреждение тяжелых осложнений;
- прекращение или ослабление действия травмирующих факторов — необходимо вытащить пострадавшего из транспортного средства, отнести в безопасное место, потушить горящую одежду, вынести из воды или зоны действия угарного газа;
- остановка наружного кровотечения;
- подготовка пострадавшего к транспортированию в больницу.

В случаях когда в результате чрезвычайного происшествия появилось несколько пострадавших, помощь сначала оказывается тем, у которых жизнь в наибольшей опасности. При наличии большого числа тяжело травмированных людей помощь в первую очередь оказывается детям.

Остановка наружного кровотечения и наложение повязок на травмированные части тела часто являются первоочередными мерами первой помощи при ЧС.

Кровотечением называется потеря крови из кровеносной системы. Кровь может истекать из кровеносных сосудов внутрь организма или наружу при повреждении кожи или нарушении проницаемости стенок сосудов.

Кровотечение называют: наружным, если кровь вытекает из раны наружу, и внутренним, если кровь поступает в грудную, брюшную и другие полости организма или в полые органы (полость желудка, трахеи, бронхи). Это опасный вид кровотечений, потому что внутренние кровотечения протекают скрытно, их трудно распознать.

При оказании первой помощи пострадавшим с наружным кровотечением необходимо немедленно остановить кровотечение. На месте ЧС возможна только временная остановка кровотечения. После этого пострадавшего можно отправлять в больницу.

Кровотечение может быть артериальным, венозным, капиллярным и смешанным.

При артериальном кровотечении изливающаяся кровь имеет ярко-красный цвет, бьет сильной прерывистой струей (фонтаном), выбросы крови соответствуют ритму сердечных сокращений. Артериальное кровотечение наиболее опасно для жизни, потому что за несколько минут раненый может потерять много крови и погибнуть из-за этого. Обычно здоровый человек может пережить потерю 10—15 % объема крови без каких-либо медицинских осложнений. Потеря 20 — 25 % общего объема крови опасна для жизни, потеря более 30 % — смертельна.

Для остановки артериального кровотечения из крупной артерии на ноге или руке пострадавшего необходимо прижать артерию выше места повреждения пальцами одной руки, двумя большими пальцами или кулаком с силой, достаточной для остановки кровотечения. В области шеи поврежденную артерию прижимают ниже места повреждения. На рисунке 27 показаны точки прижатия артерий.



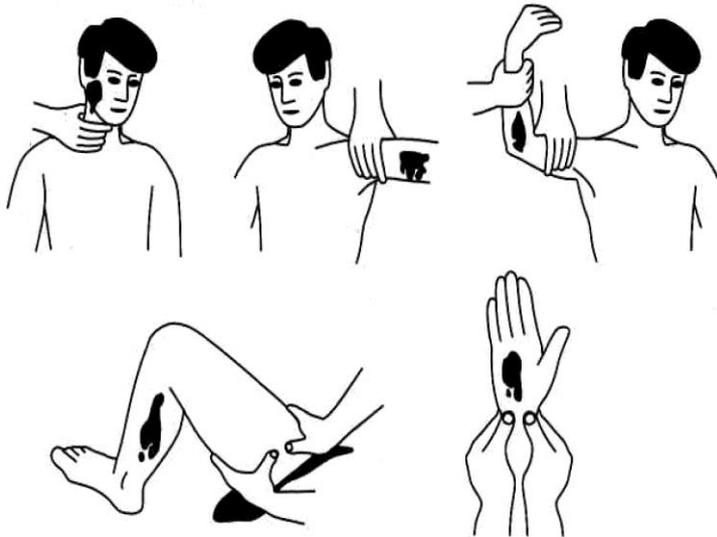


Рисунок 27 Точки прижатия артерий для остановки кровотечений

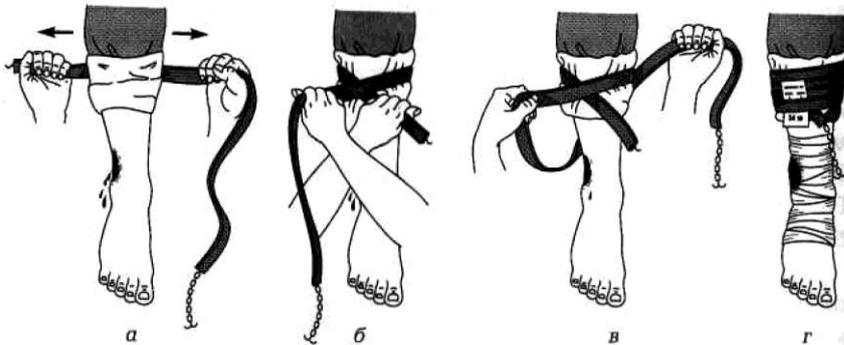


Рисунок 28 Наложение жгута:

а — подготовка к наложению; б — наложение первого витка; в — фиксация первого витка; г — окончательный вид

Другой метод временной остановки артериального кровотечения при поражении конечностей — наложение кровоостанавливающего жгута (рис. 28). При отсутствии стандартного жгута могут быть использованы различные подручные средства — поясные ремни, косынки, шарфы, из которых изготавливается импровизированный жгут в виде «закрутки». Жгут сдавливает мягкие ткани, в том числе артериальный сосуд, и останавливает кровотечение. При первой же возможности импровизированный жгут должен быть заменен стандартным.

При наложении жгута необходимо следовать следующим правилам:

- конечность приподнимают;
- жгут накладывают поверх одежды, мягкой подкладки, нескольких слоев бинта;
- жгут растягивают;
- жгут накладывают на конечность в растянутом состоянии выше места кровотечения и как можно ближе к месту повреждения, чтобы ограничить обескровливание конечности;
- делают 2 — 3 витка, непосредственно прилегающих один к другому;
- концы жгута фиксируются при помощи крючка;
- к одежде пострадавшего на самом видном месте прикрепляется записка с точным указанием даты, часа и минут наложения жгута;
- если жгут наложен правильно, то конечность бледнеет, кровотечение останавливается.

Профессиональные спасатели советуют записывать информацию о времени наложения жгута на лбу пострадавшего, потому что записка может оторваться и потеряться при транспортировке пострадавшего в больницу. Врачу очень важно знать точное время наложения жгута, чтобы вовремя его снять. В холодное время года жгут накладывается не

более чем на 1 ч. В летнее время — не более чем на 2 ч. Рекомендуется, если это возможно, уже через 1 ч после наложения жгута немного ослабить его для восстановления кровообращения. Если жгут не снят вовремя, может произойти омертвление тканей. Это очень опасно для жизни пострадавшего.

Если в качестве жгута можно использовать только нестягивающийся материал, например ремень, то лучше наложить жгут-закрутку. Он накладывается на подкладку из мягкой ткани. Из ремня

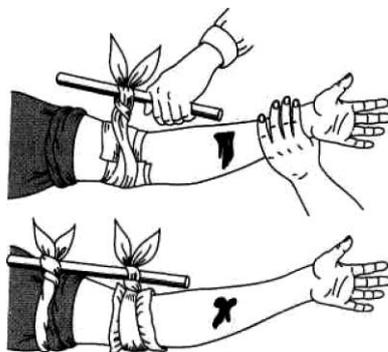


Рисунок 29 Наложение жгута-закрутки

или другого подобного материала делается петля. В петлю вставляется ветка или палочка, которую необходимо закрутить. Петля стягивает мягкие ткани, сдавливает сосуды, прекращая кровотечение (рис. 29).

Ошибки, совершаемые при наложении жгута:

- применение при венозном кровотечении;
- наложение на голое тело без защиты мягкими тканями;
- наложение слишком далеко от места кровотечения;
- слишком слабое или слишком сильное перетягивание;
- отсутствие информации о времени наложения жгута.

При кровотечении в паховой, подмышечной области, в области предплечья трудно или невозможно наложить жгут. Для временной остановки кровотечения в этих областях применяют метод максимального сгибания конечности в суставе. На место сгиба подкладывают подушечку из ваты или ткани, подушечка давит на сосуд и останавливает кровотечение. Конечность фиксируют в согнутом состоянии.

При венозном кровотечении кровь вытекает равномерной струей, имеет темно-вишневую окраску (в случае повреждения крупной вены может отмечаться пульсирование струи крови в ритме дыхания). Венозное кровотечение редко опасно для жизни, угрозу представляет только ранение в районе шеи. При таком ранении пострадавшего подстерегает опасность; в венах в районе шеи и подключичной области при вдохе давление крови становится ниже атмосферного, и в этот момент, если вены повреждены, в рану засасывается воздух. Пузырьки воздуха вместе с кровью попадают в сердце потерпевшего, что может стать причиной его смерти.

При венозном кровотечении пострадавшему необходимо наложить давящую повязку. Края раны обрабатывают настойкой йода, рану закрывают стерильной салфеткой или кусочком чистой материи и сверху туго бинтуют. После этого пострадавшего необходимо доставить в лечебное учреждение. Если на повязку из раны вытечет какое-то количество крови, то не надо пугаться — наоборот, опытный врач по состоянию повязки и по степени ее промокания кровью сразу определит, насколько серьезно повреждение вены, и примет соответствующие меры.

При капиллярном кровотечении кровь выделяется равномерно из всей раны (как из губки). Для прекращения артериального кровотечения принимают такие же меры, как и при венозном кровотечении, — обрабатывают края раны и накладывают давящую стерильную повязку. При нормальной свертывающей способности крови это кровотечение обычно проходит самостоятельно, без помощи.

Смешанное кровотечение — это одновременное повреждение артерий, вен и капилляров.

Внутренние кровотечения не так явно заметны, как наружные, их трудно распознать. Для определения внутреннего кровотечения надо расспросить пострадавшего или внимательно понаблюдать за ним. Симптомы внутреннего кровотечения: шум в ушах, головокружение, потемнение и мелькание «мушек» в глазах, жажда и тошнота, рвота. Кожа бледнеет, дыхание частое, возможны потеря сознания, судороги.

При легочном кровотечении у пострадавшего на губах, особенно при кашле, появляется кровавая пена. Пострадавшему необходимо принять полусидящее положение, приложить к груди холод. Следует успокоить пострадавшего, объяснить, что ему нельзя двигаться и разговаривать, при первой же возможности срочно госпитализировать.

Желудочное кровотечение опасно для жизни. При таком кровотечении у пострадавшего может наблюдаться рвота с кровью. Пострадавшему необходимо обеспечить покой, уложить его, к животу приложить холод. Запрещено пить, принимать пищу, промывать желудок. Требуется срочная госпитализация.

В результате чрезвычайных происшествий и просто в домашних условиях у человека может начаться кровотечение из носа. Оно может быть вызвано травмой лица, повышенным артериальным давлением или другими причинами.

При кровотечении из носа часть крови вытекает наружу, часть попадает в носоглотку и вызывает кашель или рвоту.

Для оказания первой помощи при кровотечении из носа пострадавшего необходимо успокоить, объяснить, что кашель, сморкание, резкие движения могут только усилить кровотечение, удобно усадить его в прохладное место (если кровотечение происходит в жаркое время года) в положении с немного наклоненной вперед головой. К области носа можно приложить лед или другой холод. Если кровотечение не останавливается, рекомендуется вставить в полости носа стерильные ватные тампоны. Затем пострадавшего необходимо доставить в лечебное учреждение.

### **Оказание первой помощи при различных видах травм**

Травма (или повреждение организма) — это нарушение целостности или функций органов или тканей организма пострадавшего. Травма может возникнуть в результате воздействия вредных факторов окружающей среды.

Неблагоприятные факторы делятся:

- на механические, когда травмы возникают в результате удара, растяжения, сдавливания;
- физические, когда травмы возникают из-за действия высокой или низкой температуры, удара электрическим током;
- химические, когда организм травмируется воздействием кислот, ядовитых веществ;
- психические, когда причиной травмы становится сильный стресс, испуг.

Травмы бывают открытыми и закрытыми. Если в результате травмирования нарушается целостность кожных покровов или органов тела, речь идет об открытых травмах. К ним относятся открытые переломы, ожоги и все виды ран. Ушибы, растяжения, сдавливания, вывихи, сотрясение головного мозга, закрытые переломы костей считаются закрытыми травмами.

Основные виды ран:

- резаные;
- колотые;
- рваные;
- рубленые;
- ушибленные;
- огнестрельные;
- с потерей пальцев, конечностей и др.

Основные этапы первой помощи при ранениях.

1. Если рана кровоточит, остановить кровотечение. Различные способы остановки кровотечений описаны в первой части практического занятия № 7.

2. Произвести первичную доврачебную обработку раны. Раны обрабатывают только чистыми руками. При отсутствии воды руки протирают спиртом, водкой, одеколоном. Одежда с пострадавшего аккуратно снимается или удаляется с его тела путем разрезания, чтобы дополнительно не травмировать человека. Кожу вокруг раны очищают от инородных предметов, обрабатывают раствором йода, спиртом, перекисью водорода, раствором фурацилина или марганцовки для дезинфекции. Рану не рекомендуется промывать водой или спиртом, накладывать на нее мази или порошки. Это может вызвать ожог раненых тканей, инфекцию. Если из раны выпали внутренние органы, то категорически запрещается вправлять их обратно, это может сделать только врач.

3. Перевязать рану. Повязка должна быть стерильной. Для этого используют бинты, марлю, стерильные салфетки, имеющиеся, например, в аптечке автомобилиста, или другой материал.

Различают следующие виды повязок:

- простые — защищают рану от проникновения инфекции;
- давящие — останавливают венозное или капиллярное кровотечение;
- иммобилизирующие — обеспечивают неподвижность раненых частей тела при перевозке пострадавшего в больницу;
- корригирующие — исправляют неправильное положение какой-либо части тела.

Повязки из бинта — самые распространенные, так как они просты, надежны, особенно при повреждениях на подвижных частях (область суставов), не вызывают аллергических реакций, легко модифицируются, позволяют усилить давление. Используются бинты трех размеров:

- узкий (ширина 3 — 7 см, длина 5 м);
- средний (ширина 10—12 см, длина 5 м);
- широкий (ширина 14—16 см, длина 7 м).

Узкие бинты употребляются при перевязках пальцев кисти и стопы, средние — головы, шеи, кисти, предплечья, стопы и голени, широкие — грудной клетки, молочной железы, плеча, бедра.

Правила бинтования:

- перед началом бинтования стоять лицом к пострадавшему, насколько это возможно (наблюдение за пострадавшим);
- во время перевязки разговаривать с пострадавшим и до наложения повязки объяснить ее назначение (привлечение пострадавшего к содружеству, контроль состояния);
- пострадавший должен находиться в удобном положении;
- перевязываемая часть тела (конечность) должна быть неподвижной. Следует создать упор, например, при повязке на голень пострадавшего усадить, стопу поместить на табурет, подставку;
- повязка должна быть наложена удобно для пострадавшего с учетом того, будет он ходить или лежать после перевязки, будет ли двигаться пострадавшая часть тела;
- во время бинтования бинт держат в правой руке, а его начало — в левой;
- повязку делают в направлении слева направо и снизу вверх.

Бинтовать начинают с закрепления конца бинта. Каждый новый виток (тур) бинта должен придерживать часть предыдущего бинта;

- бинт не следует накладывать слишком туго или слишком свободно, чтобы он не сползал;
- бинтование ног проводят в их разогнутом состоянии, бинтование рук — в полусогнутом. Затем руку закрепляют в полусогнутом положении косынкой или шарфом;
- бинтование заканчивают выше места раны, конец бинта закрепляют или завязывают.

Различают несколько видов бинтовых повязок. Самые распространенные из них — циркулярные, спиральные и крестообразные. Не бинтовыми повязками являются лейкопластырные и косыночные.

При выполнении лейкопластырной повязки наложенный на раневую поверхность перевязочный материал закрепляют несколькими параллельными полосками липкого пластыря, прикрепленными к здоровым участкам кожи. Следует учитывать, что липкий пластырь хорошо приклеивается только к сухой коже.

Недостатками лейкопластырной повязки являются возможность изменения кожи под пластырем (у некоторых больных вокруг полоски лейкопластыря развивается повреждение кожи) и не совсем надежная фиксация перевязочного материала. Такие повязки применяют при ранах живота, особенно при широком расхождении краев раны, также при переломах ребер. В последнем случае повязка накладывается по ходу ребра от позвоночника до средней линии спереди.

Косыночная повязка представляет собой кусок перевязочного материала треугольной формы, в котором различают основание (длинная сторона), верхушку (угол, лежащий против основания) и концы — остальные два угла. Применяют косыночные повязки для наложения на различные части тела и для подвешивания руки при травмах ее и ключицы,

При наложении косыночной повязки на руку для фиксации руки последнюю сгибают до прямого угла, а косынку подводят так, что верхний конец укладывается под ключицей со стороны пораженной руки, а второй конец свешивается вниз, верхушка косынки выходит наружу из-под локтя. Завернув верхний конец вверх спереди от предплечья больной руки, проводят его на надплечье здоровой стороны и сзади на шею, где связывают с другим концом косынки. Верхушку косынки загибают вокруг локтя и закрепляют ее спереди локтя булавкой.

При наложении косыночной повязки на плечо косынку укладывают на наружную боковую поверхность плеча (рис. 30).

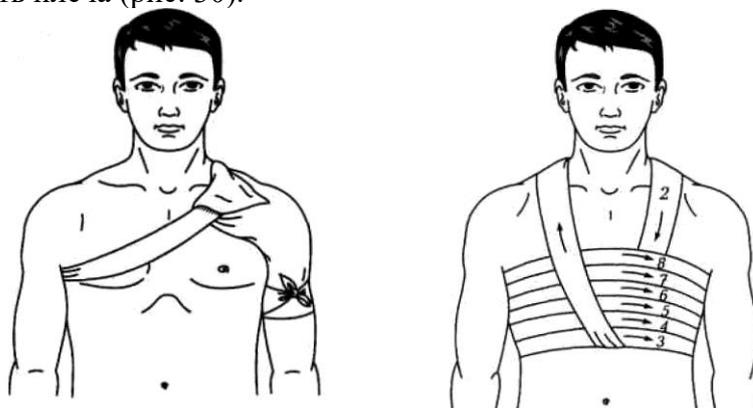


Рисунок 30 Косыночная повязка на плечо. Рисунок 31 Циркулярная повязка на грудь.

Верхушка косынки направлена к шее. Концы косынки обводят вокруг плеча, перекрещивают, выводят на наружную поверхность плеча и связывают. Чтобы повязка не соскальзывала, верхушку косынки фиксируют с помощью петли из шнура, бинта или второй косынки, проведенной через противоположную подмышечную впадину.

Циркулярная (круговая) повязка является наиболее прочной, так как в ней все обороты бинта ложатся один на другой. Применяется при перевязках конечностей в области голени, предплечья, а также накладывается на лоб, шею, грудь, живот (рис. 31).

Спиральные повязки применяют для закрытия больших ран. Бинтование начинается с циркулярной повязки ниже повреждения, затем ходы бинта идут в косом направлении вверх, на  $2/3$  прикрывая предыдущий ход.

Наложение спиральной повязки на грудную клетку начинается с того, что кусок бинта перебрасывается через надплечье.

На грудную клетку накладываются два циркулярных витка бинта, затем укрепляющими турами, перекрывая на  $2/3$  каждый предыдущий тур, закрывают всю или часть прокси-

мального отдела грудной клетки. Для предупреждения сползания циркулярных туров концы бинта, который был переброшен через надплечье, завязывают.

Спиральная повязка также накладывает при перевязке пальца на руке. На рисунке 32 представлена спиральная повязка на указательный палец кисти руки.



Рисунок 32 Спиральная повязка на указательный палец голеностопного сустава к боковой поверхности

Крестообразные (восьмиобразные) повязки используют для бинтования ран на груди, на затылочной области, кисти руки, голеностопного сустава, то есть для бинтования частей тела с неправильной поверхностью.

Крестообразную повязку на груди начинают делать, накладывая витки бинта вокруг грудной клетки, затем перебинтовывают грудь крест-накрест, получая «восьмерку», причем верхнее кольцо «восьмерки» охватывает шею, а нижнее — грудную клетку.

Крестообразная (восьмиобразная) повязка на стопу позволяет надежно фиксировать голеностопный сустав при повреждении связок и некоторых заболеваниях сустава (рис. 33). Ширина бинта — 10 см. Стопу устанавливают в положении под прямым углом по отношению к голени. Бинтование начинают с круговых фиксирующих туров в нижней трети голени над лодыжками. Затем ведут ход бинта косо по тыльной поверхности стопы (к наружной на левой стопе и к внутренней на правой стопе). Выполняют круговой ход вокруг стопы. Далее с противоположной боковой поверхности стопы по ее тылу косо вверх пересекают предыдущий ход бинта и возвращаются на голень. Вновь выполняют круговой ход над лодыжками и повторяют восьмиобразные ходы бинта 5 — 6 раз для создания надежной фиксации голеностопного сустава. Повязку заканчивают круговыми турами на голени над лодыжками.

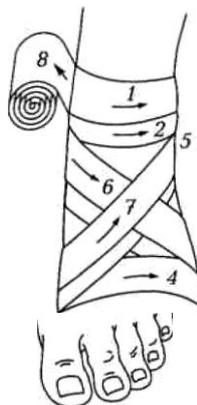


Рисунок 33 Крестообразная [восьмиобразная] повязка на стопу

«Черепашья» повязка накладывает на область суставов при согнутом положении. Выделяют расходящуюся (рис. 34, а) и сходящуюся (рис, 34, б) «черепашью» повязку.

Расходящаяся повязка в области колена начинается с кругового хода через середину сустава, затем делают подобные ходы выше и ниже предыдущего (2 и 3). Последующие ходы все более расходятся, постепенно закрывая всю область сустава (4—9). Ходы перекрещиваются в подколенной впадине. Закрепляют повязку вокруг бедра.

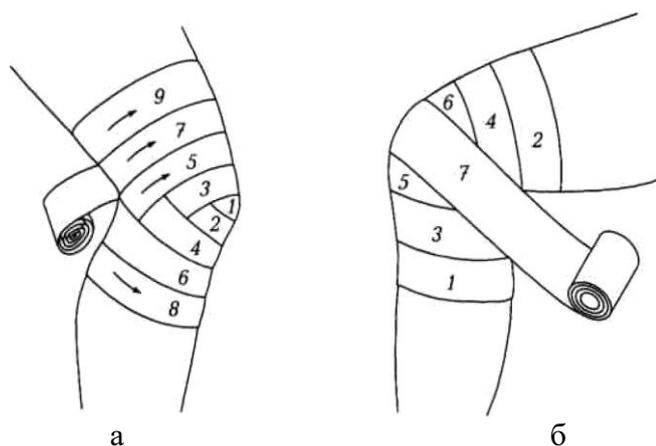


Рисунок 34 «Черепашья» повязка:

а — расходящаяся; б — сходящаяся

Сходящаяся повязка начинается с периферических туров выше и ниже сустава, перекрещивающихся в подколенной ямке. Последующие ходы идут подобно предыдущим, постепенно сходясь к центру сустава. Заканчивают повязку циркулярным ходом на уровне середины сустава.

«Черепашью» повязку накладывают на область локтевого сустава. При повреждении непосредственно в области локтевого сустава накладывают сходящуюся «черепашью» повязку. Если повреждение располагается выше или ниже сустава, применяют расходящуюся «черепашью» повязку. Ширина бинта — 10 см. Рука согнута в локтевом суставе под углом 90°.

Бинтование начинают круговыми укрепляющими турами либо в нижней трети плеча над локтевым суставом или в верхней трети предплечья. Затем восьмиобразными турами закрывают перевязочный материал в области повреждения. Ходы бинта перекрещиваются только в области локтевого сгиба. Восьмиобразные туры бинта постепенно смещают к центру сустава. Заканчивают повязку циркулярными турами по линии сустава.

Расходящуюся «черепашью» повязку накладывают, начиная бинтование с круговых закрепляющих туров непосредственно по линии сустава, затем бинт поочередно проводят выше и ниже локтевого сгиба, прикрывая на 2/3 предыдущие туры. Все ходы перекрещиваются по сгибательной поверхности локтевого сустава. Таким образом, закрывают всю область сустава. Повязку заканчивают круговыми ходами на плече или предплечье.

«Черепашью» повязку используют также для бинтования коленного сустава. Для наложения расходящейся «черепашьей» повязки бинт начинают накладывать с кругового витка вокруг коленной чашечки. Затем витки бинта проходят выше и ниже первого витка, перекрещиваются под коленом. Таким образом, весь сустав оказывается забинтованным. Сходящаяся «черепашья» повязка начинается с круговых витков ниже и выше сустава, потом витки сходятся.

При травмах головы накладывают бинтовую повязку «чепец» (рис. 35).

Последовательность действий:

- встать лицом к пострадавшему;
- закрыть рану стерильной салфеткой, пользуясь пинцетом;
- уложить приготовленный отрезок узкого бинта длиной 70 см на темени в виде ленты так, чтобы его концы спустились вниз впереди ушных раковин;



б



а

Рисунок 35 Бинтовая повязка «чепец»

- попросить пострадавшего или помощника удерживать концы бинта натянутыми и слегка разведенными в стороны;
- сделать два закрепляющих циркулярных тура вокруг головы через лоб и затылок;
- следующий тур выполнить вокруг отрезка бинта, удерживаемого пострадавшим, и направить по затылочной области на противоположную сторону к другому концу бинта; обернув тур вокруг противоположного конца бинта-завязки, вернуться по лобно-теменной области к первоначальному отрезку бинта-завязки и повторить все действия, постепенно приближая каждый тур к центру головы, пока повязка не закроет всю теменную часть;
- оставшийся конец бинта обернуть и завязать вокруг любого конца бинта-завязки и связать под подбородком с противоположной завязкой. Остатки бинта отрезать ножницами;
- если повязка приклеилась к раневой поверхности, то ее следует осторожно размочить 3-процентным раствором перекиси водорода и только после этого снять.

При повреждении глаза накладывают повязку на глаз:

- круговым горизонтальным ходом бинт закрепляют через лоб, сзади спускают на затылок, ведут под ухом по боковой поверхности шеи, через щеку и вверх, закрывая больной глаз;
- предыдущий ход закрепляют круговым ходом;
- далее — аналогично.

### **Изучение и освоение основных способов искусственного дыхания**

Оказание первой помощи пострадавшим в ЧС мирного и военного времени нередко предполагает необходимость проведения им искусственного дыхания, имеющего при определенных обстоятельствах решающее значение в спасении от гибели.

Под искусственным дыханием подразумевают манипуляции, искусственно воспроизводящие дыхательный акт в случае отсутствия или резкого нарушения самостоятельного дыхания.

Назначение искусственного дыхания заключается в обеспечении газообмена в организме пострадавшего, то есть в насыщении его крови кислородом и удалении из нее угле-

кислого газа. Кроме того, искусственное дыхание, воздействуя рефлекторно на дыхательный центр головного мозга, способствует восстановлению самостоятельного дыхания пострадавшего.

Сердце, сокращаясь, направляет кровь, насыщенную кислородом, ко всем органам, тканям и клеткам, в которых благодаря этому продолжаются окислительные процессы, обеспечивающие их нормальное функционирование и жизнедеятельность.

По физиологическому значению искусственное дыхание уступает естественному, но в тяжелых случаях нарушения дыхательной деятельности у пострадавших оно может оказаться единственным средством спасения.

Показания к проведению искусственного дыхания. Искусственное дыхание проводят, если:

- отсутствует естественное дыхание;
- естественное дыхание резко нарушено (поверхностное редкое дыхание, особенно с нарушением ритма, дыхание в виде редких «хватающих воздух» вдохов, не ритмичное, неравномерное по глубине дыхание при наличии цианоза);
- при дыхании с большими перерывами (периодическое дыхание), особенно в тех случаях, когда оно сопровождается появлением цианоза (синюшности слизистых губ и кожных покровов лица) и наблюдается у пострадавших, находящихся в бессознательном состоянии.

Периодическое дыхание — это дыхание, при котором поверхностные и редкие дыхательные движения постепенно учащаются и углубляются и, достигнув максимума на пятый — седьмой вдох, вновь ослабляются и урежаются, после чего наступает пауза. Затем цикл дыхания повторяется в той же последовательности и переходит в очередную дыхательную паузу.

Одна из форм периодического дыхания характеризуется чередованием равномерных ритмических дыхательных движений и длительных (до полминуты и более) пауз.

При обнаружении у пострадавшего этих признаков ему следует без промедления провести искусственное дыхание на том самом месте, где возникла в нем необходимость.

В условиях боевых действий, если в атмосфере содержатся отравляющие или радиоактивные вещества, искусственное дыхание нужно проводить при надетом на пострадавшего противогазе. На поле боя и в мирное время искусственное дыхание пострадавшим следует продолжать до тех пор, пока у спасаемого не появится удовлетворительное по глубине, ритму и частоте самостоятельное дыхание. Отказ от искусственного дыхания или его прекращение допустимы только в том случае, если у пострадавшего будут обнаружены несомненные признаки смерти.

Состояние, пограничное между жизнью и смертью, называется терминальным. Организм не погибает одновременно с остановкой дыхания. Остановка сердца и прекращение дыхания влекут за собой кислородное голодание, от которого отмирают в первую очередь клетки коры головного мозга. Пострадавший теряет сознание, впадает в состояние клинической смерти (ее продолжительность—3—5 мин), затем наступает агония. Это время для реанимации, пострадавшего еще можно спасти.

Реанимация — комплекс мер, направленных на поддержание жизнедеятельности человека.

При терминальном состоянии пострадавшего имеется всего 10—15 с для определения тяжести его состояния. Для этого проверяют наличие у него сознания, дыхания и сердечной деятельности. После проверки надо быстро принять решение о необходимости реанимационных действий.

Сердечно-легочная реанимация является экстренным мероприятием, проводимым при внезапно развившейся остановке сердца или дыхания.

В случае внезапной остановки сердца и потери сознания, что бывает, например, при сильном поражении электрическим током, дыхание сохраняется еще 30—40 с. Если сердце не начинает работать, естественное дыхание останавливается.

Если пострадавший находится без сознания, то его укладывают на спину, запрокидывают голову назад. Выдвигают вперед и удерживают в таком положении его нижнюю челюсть. Проверяют наличие дыхания, то есть слушают шум вдоха и выдоха, наблюдают, есть ли движение грудной клетки.

При прекращении или отсутствии дыхания пострадавшему срочно требуется сердечно-легочная реанимация, поэтому искусственное дыхание при реанимационных действиях обычно совмещается с искусственным массажем сердца для восстановления сердечной деятельности пострадавшего.

Первым делом следует восстановить работу сердца. Это можно сделать при помощи удара по груди пострадавшего, так называемого прекардиального удара. Его применение имеет смысл только в первые 10 с. Вероятность восстановления работы сердца после прекардиального удара, нанесенного в течение 1 мин после остановки сердца, составляет более 50 %.

В экстремальных ситуациях прекардиальный удар является реальным шансом на спасение. Но надо помнить: его наносят только при отсутствии пульса. Ошибка может привести к остановке сердца, то есть к прямо противоположному эффекту.

После прекардиального удара проверьте пульс на сонной артерии. Если пульс не появился, значит, ваши действия не эффективны. Если отсутствует пульс, то без промедления начинают делать наружный массаж сердца, при отсутствии дыхания — искусственное дыхание.

Способы выполнения искусственного дыхания делятся на неаппаратные и аппаратные.

Аппаратные способы выполнения искусственного дыхания подразумевают использование специальных медицинских аппаратов для проведения принудительной вентиляции легких. Для этих целей применяются аппараты искусственного дыхания РПА (ручной портативный аппарат), АДР-1 (рис. 36), а также работающие по принципу «вдувание и отсасывание» — дыхательные приборы (ДП) и «горноспасатели». На этапах медицинской эвакуации в стационарных и специализированных машинах «Скорой помощи» искусственное дыхание может выполняться с помощью специальных аппаратов, которые обеспечивают вдувание и удаление воздуха из легких через резиновую трубку, вставленную в дыхательные пути, или через маску, надетую на лицо пострадавшего.

Неаппаратные способы менее эффективны, чем аппаратные, но могут немедленно выполняться без каких-либо приспособлений и приборов как в условиях ЧС мирного времени, так и в очагах поражения атомным и химическим оружием.

Неаппаратные способы искусственного дыхания делятся на два вида: искусственное дыхание выдыхаемым воздухом («изо рта в рот», «изо рта в нос», «рот к воздуховоду») и ручные способы.

Искусственное дыхание выдыхаемым воздухом. В настоящее время установлено, что наиболее эффективными способами искусственного дыхания являются те, которые воспроизводят вдох путем вдувания в легкие пострадавшего выдыхаемого воздуха спасающего. Так как известно несколько различных модификаций этого способа, то они объединяются под общим названием искусственного дыхания (оживления) выдыхаемым воздухом.



Рисунок 36 Аппарат искусственного дыхания РПА



Рисунок 37 Искусственное дыхание «изо рта в рот»

Необходимо обеспечить приток к пострадавшему свежего воздуха: расстегнуть ему воротник, ремень, пояс и другие стесняющие дыхание части одежды, очистить полость рта от рвотных масс, крови и слизи, вынуть зубные протезы при их наличии. Это делают пальцами, салфеткой, тряпочкой, марлевой повязкой.

Наиболее простым и в то же время самым эффективным является искусственное дыхание методом «изо рта в рот» (рис. 37). Голову пострадавшего максимально запрокидывают назад. Чтобы удержать ее в таком положении, под лопатки что-нибудь подкладывают. Удерживая одной рукой голову пострадавшего в запрокинутом положении, другой отдают ему нижнюю челюсть к низу для того, чтобы рот оказался полуоткрытым. Затем, сделав глубокий вдох, оказывающий помощь прикладывает через платок или кусок марли свой рот ко рту пострадавшего и выдыхает в него воздух из своих легких. Одновременно пальцами руки, удерживающей голову он зажимает пострадавшему нос. Грудная клетка пострадавшего при этом расширяется — происходит вдох. Вдувание воздуха прекращают, грудная клетка спадается — происходит выдох. Оказывающий помощь вновь делает вдох, снова вдувает воздух, соответствующий частоте дыхания здорового человека. Вдувание воздуха в легкие можно производить и через специальную трубку — воздуховод.

Если челюсти пострадавшего плотно сжаты, воздух в его легкие нужно вдувать через нос (способ «изо рта в нос»). Для этого голову пострадавшего также одной рукой удерживают в запрокинутом положении, а другой рукой закрывают ему рот (рис. 38). Затем оказывающий помощь, сделав глубокий вдох, через платок охватывает своими губами нос пострадавшего и вдувает в него воздух. Как толь-



Рисунок 38 Подготовка к проведению искусственного дыхания «изо рта в нос»: одна рука лежит на темени пострадавшего, другой — приподнимают челюсть и закрывают рот, грудная клетка пострадавшего расширится, оказывающий помощь отнимает свой рот от его носа и снимает руку с его рта — происходит выдох.

К числу достоинств способа искусственное дыхание выдыхаемым воздухом относится следующее:

- он выполнен каждым человеком;
- при частоте дыхания 12 — 20 раз в минуту количество вдуваемого воздуха достигает 100— 1500 мл, что полностью обеспечивает достаточную степень насыщения кислородом артериальной крови и выведение из организма углекислоты;
- он применим при любых нарушениях дыхания;
- его может выполнять один человек в течение 30 — 60 мин;
- при его выполнении оказывающий помощь может лежать. Ручные способы искусственного дыхания. Из ручных способов наиболее эффективными считаются те, при выполнении которых активными являются как вдох, так и выдох. Оснащение: подстилка на пол, длинные ремни (лямки для переноса раненых).

Способ Каллистова (рис. 39). Пострадавшего укладывают вниз лицом с вытянутыми вперед руками. Под его лицо подкладывают



Рисунок 39 Способ Каллистова:  
а — вдох; б — выдох

что-либо мягкое из предметов одежды. Оказывающий помощь становится впереди его головы, лицом к нему, берет два соединенных вместе ремня (или один длинный ремень, или лямку для переноса раненых) и накладывает их на лопатки пострадавшего, выводя их концы впереди из-под его плеч. После этого оказывающий помощь берет концы ремней в руки и принимает наклонное положение. Для производства вдоха спасающий выпрямляется, не сгибая своих рук. При этом пострадавшего приподнимают над землей. Он повисает на ремне. При выполнении выдоха спасаемого опускают на землю (нужно следить, чтобы не ударить его лицом об землю). В минуту проделывают 12—14 дыханий.

Способ Нильсена (рис. 40). Пострадавшего укладывают на живот вниз лицом, руки его сгибают в локтях так, чтобы кисти располагались под подбородком. Оказывающий помощь становится одной ногой на колено у изголовья, а другой — на ступню у головы пострадавшего.

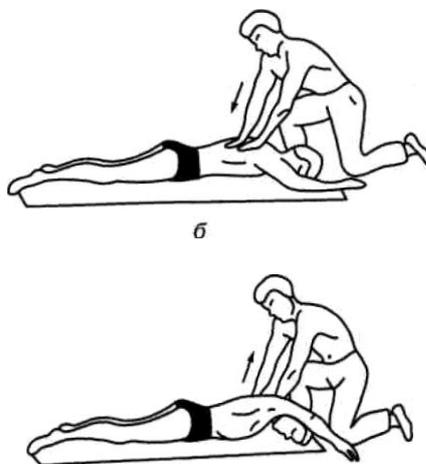


Рисунок 40 Способ Нильсена

На счет «раз» оказывающий помощь опускает грудь и плечи пострадавшего на землю, на счет «два» кладет свои ладони на спину, на счет «три, четыре» давит на грудную клетку, обеспечивая активный выдох, на счет «пять» берет пострадавшего за плечи, припод-

нимает его на себя, при этом лопатки несколько сближаются, а тяга мышц и связочного аппарата плечевого пояса заставляет грудную клетку подниматься и, таким образом, расширяться. Происходит вдох.

Способ «сильное сжатие груди руками + поднятие одной руки»'. Пострадавшего укладывают на бок лицом, обращенным к земле. Оказывающий помощь ложится позади него на тот же самый бок и подводит свои руки под руки спасаемого.

Для производства выдоха спасающий сжимает своими руками нижнюю часть груди пострадавшего.

Для выполнения вдоха оказывающий помощь разводит свои руки и находящейся сверху рукой ведет одноименную руку пострадавшего к его голове и вытягивает ее там. Вдох выполняется на счет «раз, два, три», а выдох — на счет «раз, два». Частота дыхательных движений — 12—14 в минуту.

Если пострадавший находится без сознания и без явных признаков дыхания и сердцебиения, то нужно приподнять его веко и проверить, реагирует ли зрачок на свет (сужается при освещении). Затем проверяют пульс на сонной артерии (боковая поверхность шеи). Пульс проверяют не менее 10 с, чтобы не ошибиться.

Когда оказывающий помощь удостоверился, что у пострадавшего нет пульса, то следует перевернуть его на спину и начать сердечно-легочную реанимацию. Грудную клетку освобождают. Чтобы не терять время, свитер, майку не снимают, а сдвигают к шее. Галстук у мужчины нужно снять. Ремень на брюках, юбках следует расстегнуть. Также надо убедиться, что в области грудной клетки нет медальонов, крестиков или других предметов.

Двумя пальцами прикрывают мечевидный отросток, чтобы уберечь его от повреждения. Он находится внизу грудины, там, где сходятся нижние ребра, и может при резком ударе отломиться и травмировать печень.



Рисунок 41 Непрямой массаж сердца

Затем ребром сжатой в кулак ладони немного выше прикрытого пальцами мечевидного отростка наносят прикардиальный удар. Выглядит это так: двумя пальцами одной руки прикрывают мечевидный отросток, а кулаком другой руки наносят удар. При этом локоть руки должен быть направлен вдоль туловища пострадавшего.

После удара проверяют наличие пульса на сонной артерии и наличие дыхания.

Если пульс отсутствует, то немедленно начинают делать наружный массаж сердца, если нет дыхания — искусственное дыхание. Если отсутствуют пульс и дыхание, то проводят искусственное дыхание и наружный массаж сердца одновременно. Это могут делать один или два человека (рис. 41).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст] : учебник для бакалавров всех направлений подготовки в вузах России. - 5-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 702 с. - (Основы наук).
2. Беляков, Геннадий Иванович. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда [Текст] : учебник для бакалавров. - 3-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 404 с. - (Бакалавр. Базовый курс).
3. Каракеян, Валерий Иванович. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебник и практикум для бакалавров. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 330 с. - (Бакалавр. Базовый курс).
4. Безопасность жизнедеятельности. Теория и практика. [Текст] : учебник для бакалавров/ под общ. ред. Я.Д. Вишнякова. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 543 с. - (Бакалавр. Базовый курс).
5. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебник для студентов вузов, обуч. по всем направлениям бакалавриата / под ред. Б.С. Мاستрюкова. - М. : Академия, 2015. - 304 с. - (Бакалавриат).

### Информационно-справочные и поисковые системы.

1. <http://www.bibl.rgatu.ru> - Электронная библиотека Университета -электронные версии пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы.
2. Лицензионное программное обеспечение по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"
3. <http://www.rosminzdrav.ru> – официальный сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации;
4. <http://www.mchs.gov.ru> – официальный сайт Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации;
5. <http://www.rucont.ru/> – Национальный цифровой ресурс "Рукопт";
6. <http://www.lanbook.com/> – ЭБС "Лань";
7. <http://www.biblio-online.ru/> – ЭБС "Юрайт".

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

**Методические рекомендации**  
**для практических занятий студентов**  
**по дисциплине «Правоведение»**  
направление подготовки:  
**23.03.01 Технология транспортных процессов**

форма обучения: очная, заочная

Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Правоведение» для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

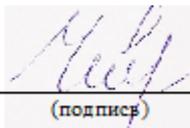
Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин Забара А.Л.  
(должность, кафедра)

  
(подпись)

Забара А.Л.  
(Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «\_22\_» \_марта\_\_ 2023 г., протокол № 8

и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(кафедра)

  
(подпись)

Чивилева И.В.  
(Ф.И.О.)

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

  
(подпись)

О.А. Тетерина  
(Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г.

## 1. Общие положения.

### 1. Цели и задачи дисциплины:

**Цели дисциплины:** Правоведения состоит в овладении студентами знаний в области права, в ознакомлении студентов с основными принципами и отраслями права как ведущего института нормативного регулирования общественных отношений и высшей ценности цивилизации, правотворческим и правоприменительным процессом, системой государственных органов, правами и свободами человека и гражданина, основными отраслями российского права для развития их правосознания, правовой, профессиональной культуры и, в последствии - право-профессиональной компетентности, выработки позитивного отношения к праву, так как оно есть основа социальной реальности, наполненная идеями гуманизма, добра и справедливости.

### Задачи курса:

- Научить основам юриспруденции как ведущего компонента правовой, общей исполнительской, профессиональной культуры право-профессиональной компетенции.

- Научить студентов понимать суть законов и основных нормативно-правовых актов, ориентироваться в них и интегрировать полученную информацию в правовую компетентность по будущей профессии.

- Сформировать у студентов знания и умения по практическому применению и соблюдению законодательства; научить принимать многообразие юридически значимых креативных решений и совершать иные действия в точном соответствии с законом (российское и международное право).

Показать взаимосвязь теории и практики в юриспруденции.

Способствовать развитию умения студентов анализировать законодательство и практику его применения путем проектирования, моделирования, имитации правовых ситуаций в играх, тестах, экспресс-дискуссиях.

### 2. Организационно-методические указания по изучению курса.

Данный курс относится к числу сложных в изучении дисциплин. Это связано с тем, что студентам необходимо освоить значительное количество нормативно-правовых актов.

Предпосылками успешного освоения учебной дисциплины является:

- обязательное посещение студентами как лекционных, так и семинарских и практических занятий (упражнений),

- ведения подробного конспекта лекций,

- тщательная добросовестная подготовка ко всем семинарским и практическим занятиям, упражнениям,

- активное участие на семинарских и практических занятиях. При этом следует проявлять интерес и стремление к более глубокому усвоению учебного материала.

Приступая к изучению очередной темы, целесообразно действовать в такой последовательности:

- ознакомиться с требованиями программы курса по этой теме;

- уяснить задание по изучению темы и спланировать процесс подготовки;

- посетить лекционное занятие, законспектировать основные положения лекции;

- изучить соответствующую тему в учебнике, прочитав не менее 2 раз текст;

- изучить или ознакомиться с рекомендуемыми к изучению законами и подзаконными актами в объёме, необходимом для усвоения темы и решения предлагаемых упражнений и задач, тестов;

- подготовить ответы на предлагаемые упражнения, задачи, тесты со ссылками на соответствующие нормативные акты,

- убедиться в правильности подготовленных ответов и глубине усвоения темы на семинарских занятиях, упражнениях, практических занятиях, проявляя активность в ходе их проведения;

- использование в учебном процессе тестирования как способа проверки полученных студентами знаний.

### **3. Методологические указания по подготовке к семинарским и практическим занятиям (упражнениям).**

Цель семинарских и практических занятий (упражнений), проводимых по учебной дисциплине - углубление, закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а также совершенствование практических навыков применения Российского законодательства.

Эти занятия служат не только трибуной для дискуссий, обмена мнениями, анализа допускаемых на практике ошибок, правонарушений, но и средством постановки, рассмотрения и решения проблемных ситуаций.

Семинарские и практические занятия (упражнения) позволяют контролировать усвоение студентами учебного материала.

Успеху проведения семинарских и практических занятий по учебной дисциплине способствует тщательная предварительная подготовка к ним студентов.

Необходимо в первую очередь ознакомиться с заданием к семинарскому или практическому занятию (упражнению), определить примерный объём работы по подготовке, выделить вопросы, упражнения, задачи, тестовые вопросы, ответы на которые или выполнение и решение без предварительной подготовки не представляются возможными, ознакомиться с перечнем законодательных актов, литературных источников, рекомендуемых для изучения.

При ответах на вопросы, решении задач, тестов необходимо внимательно прочесть их текст, попытаться дать аргументированное объяснение с обязательной ссылкой на соответствующую правовую норму.

Порядок ответов на вопросы, на решение задач, тестов следующий: даётся развёрнутая аргументация принятого решения, на основании которой излагается ответ.

При подготовке к занятиям студенты могут пользоваться техническими средствами обучения (схемами, слайдами, диафильмами, видеофильмами).

Технические средства обучения могут быть использованы на занятиях для лучшего закрепления учебного материала.

На занятиях студенты могут выступать с фиксированными сообщениями на темы, предложенные преподавателем или выбранные самостоятельно.

Разрешается использовать на занятиях записи с ответами на вопросы, упражнения, задачи, тексты нормативных актов, литературные источники, решения судов.

За устные и за письменные ответы студентам выставляются оценки по пятибалльной системе.

Обсуждение вопросов, упражнений, тестов, задач заканчиваются заключением преподавателя.

По окончании занятия преподаватель подводит итоги дискуссии, занятия, высказывает свою точку зрения, отмечает положительные и отрицательные моменты, проявившиеся в ходе занятия.

Преподаватель даёт студентам задание к следующему семинарскому занятию (упражнению).

### **4. Вопросы и задания к практическим занятиям.**

#### **Тема 1. Введение. Правоведение, как предмет, наука и учебная дисциплина. Принципы права. Понятие и признаки права. Функции права**

1. Определения правоведения, предмет науки.
2. Назовите предмет правоведения.
3. Что включает в себя система правоведения.
4. Понятие государства в широком и узком смыслах.
5. Назовите признаки государства.
6. Понятие суверенитета государства. Сущность государства.
7. Назовите внутренние функции государства.
8. Оборонная и дипломатическая функции.

9. Внешнеполитическая и внешнеэкономическая функции.
10. Сотрудничество государств в решении глобальных проблем.
11. Культурное сотрудничество между странами.
12. назовите внешние функции государства.
13. Понятие правового государства. Признаки правового государства.
14. Основы правового государства.
15. Принципы правового государства.
16. Выполните тест:
  - 16.1. Укажите, какой из приведенных ниже тезисов является отражением нормативистской теории понимания права?
    - А. Право - это возведенная в закон воля господствующего класса.
    - Б. Право - это прежде всего правовые эмоции людей, которые носят императивно-атрибутивный характер.
    - В. Право – это система норм, представляющих собой пирамиду, в которой нижестоящая норма соответствует вышестоящей.
    - Г. Право – это система правоотношений, поведение людей в сфере права.
  - 16.2. Укажите, какая из теорий понимания права утверждает, что право - есть мера свободы и равенства, выражения общих принципов и идей нравственности, справедливости, гуманизма?
    - А. Примирительная теория.
    - Б. Социологическая теория.
    - В. Психологическая теория.
    - Г. Естественно-правовая теория.
  - 16.3. Укажите, кто из перечисленных ниже ученых-юристов принадлежит к психологической теории права?
    - А. Г. Кельзен.
    - Б. Л. Петражицкий.
    - В. Ф. Савиньи.
    - Г. Р. Иеринг.
  - 16.4. Какая концепция правопонимания утверждает что право – это юридические действия, юридическая практика, правопорядок, реальное поведение субъектов правоотношений.
    - А. Нормативистская.
    - Б. Естественно-правовая.
    - В. Социологическая.
    - Г. Психологическая.
  - 16.5. Укажите, представителю какой теории сущности права принадлежит следующее высказывание: «Право никогда не может быть выше, чем экономический строй и обусловленное им культурное развитие общества:
    - А. Естественно-правовой
    - Б. Материалистической
    - В. Историко-правовой
    - Г. Психологической
17. Обоснуйте свое отношение к проблемным вопросам изучаемой темы.
  1. Совместимы ли основные концепции понимания права?
  2. Какой концепции понимания права придерживаетесь вы?
  3. Есть ли практическая необходимость в поиске определения понятия "право"; плюрализме правопонимания?
18. Отобразите схематично виды принципов и функций права.

## **Тема 2. Понятие нормы права и её классификация. Структура нормы права.**

1. Определение норма права
2. Назовите признаки нормы права
3. Определение гипотеза
4. Определение диспозиции

5. определение санкции
6. Российская иерархия нормативных правовых актов
7. Какие есть основные способы изложения элементов норм права
8. Классификации норм права по юридической силе и по отрасли
9. Классификация норм права по форме предписания и форме предписываемого поведения
10. Классификация норм права по сфере действия и времени действия
11. Дайте характеристику норм права, изложенных в статьях приведенных ниже нормативных актов, по следующим основаниям:
  - а) по предмету регулирования ( по отраслям права);
  - б) по характеру нормативного правового акта (законы, подзаконные акты);
  - в) по характеру правил поведения (управомочивающие, обязывающие, запрещающие);
  - г) по действию во времени (неопределенно длительного действия, временные, чрезвычайные);
  - д) по кругу субъектов (общие, специальные, исключительные);
  - е) по пределам действия в пространстве (общего действия, местного, локального);
  - ж) по способу установления правил поведения (императивные, диспозитивные, поощрительные, рекомендательные);
  - з) по реализуемым функциям права (регулятивные, охранительные);
  - и) по содержанию (декларативные, дефинитивные, коллизионные, оперативные и др.).
- 1.1. «Президентом РФ может быть избран гражданин РФ не моложе 35 лет, постоянно проживающий в Российской Федерации не менее 10 лет». (Конституции РФ ст. 81 ч. 2).
- 1.2. «Договор может быть заключен на куплю-продажу товара, имеющегося в наличии у продавца в момент заключения договора, а также товара, который будет создан или приобретен продавцом в будущем, если иное не установлено законом или не вытекает из характера товара». (Гражданский кодекс РФ, ст. 455 ч.2).
- 1.3. «Работники, приступившие к проведению забастовки или не прекратившие ее на следующий день после доведения до органа, возглавляющего забастовку, вступившего в законную силу решения суда о признании забастовки незаконной либо об отсрочке или о приостановке забастовки, могут быть подвергнуты дисциплинарному взысканию за нарушение трудовой дисциплины». (Трудовой кодекс РФ, ст. 417 ч. 1).
12. Определите вид гипотезы правовой нормы в приведенных ниже статьях нормативных актов по следующим основаниям:
  - а) в зависимости от степени определенности – **абсолютно определенные** (содержат четкие, точные указания на условия и обстоятельства реализации) и **относительно определенные** (ориентируют правоприменителя на определение наличия или отсутствия этих условий в каждом конкретном случае), **абсолютно неопределенные** (условия реализации норм даются в общем виде и оставляют значительный простор для усмотрения правоприменителя в оценке конкретных обстоятельств дела);
  - б) в зависимости от условий реализации нормы – **простые** (содержат одно условие реализации), **сложные** (наличие нескольких условий), **альтернативные** (реализация правовой нормы ставится в зависимость от наличия одного из нескольких конкретных условий).
- 2.1. «Не допускается заключение брака между:
  - лицами, из которых хотя бы одно лицо уже состоит в другом зарегистрированном браке;
  - близкими родственниками (...);
  - усыновителями и усыновленными;
  - лицами, из которых хотя бы одно лицо признано судом недееспособным вследствие психического расстройства» (Семейный кодекс РФ, ст.14).
- 2.2. «При заключении договора личного страхования страховщик вправе провести обследование страхуемого лица для оценки фактического состояния его здоровья» (Гражданский кодекс РФ, ст.945 ч.2).
- 2.3. «Расторжение брака в судебном порядке производится, если судом установлено, что дальнейшая совместная жизнь супругов и сохранение семьи невозможны» (Семейный кодекс РФ, ст.22 ч.1)

### **Тема 3. Отрасли права. Классификация отраслей права. Система Российского права. Источники права.**

1. Определение отраслей права
2. Что относится к материальным отраслям права
3. Право регулирующее порядок, процедуру осуществления и обязанностей сторон
4. Назовите некоторые виды социальных норм права
5. Определите, о каком виде источников права идет речь в приведенных ниже отрывках, взятых из различных документов?

1.1. В 1875 г. Суд казначейства определил «встречное удовлетворение» следующим образом: «Действительное встречное удовлетворение с правовой точки зрения может состоять в некотором праве, интересе, прибыли и выгоде, приобретаемой одной стороной, или в некотором воздержании, ущербе, убытке или ответственности, претерпеваемой или принимаемой на себя другой стороной. Суды «не спросят», приносит ли в действительности то, что составляет встречное удовлетворение, выгоду кредитору или третьему лицу и представляет ли оно вообще значительную ценность для кого бы то ни было».

#### 1.2. Статья 3.

1. Ни одно Государство-участник не должно высылать, возвращать или выдавать какое-либо лицо другому государству, если существуют серьезные основания полагать, что ему может угрожать там применение пыток.

2. Для определения наличия таких оснований компетентные власти принимают во внимание все относящиеся к делу обстоятельства, включая в соответствующих случаях существование в данном государстве постоянной практики грубых, вопиющих и массовых нарушений прав человека.

#### 1.3. Статья 33.

Граждане Российской Федерации имеют право обращаться лично, а также направлять индивидуальные и коллективные обращения в государственные органы и органы местного самоуправления.

1.4. В Западной Европе XI-XII вв. после заключения брака муж должен был давать так называемый «утренний дар» – своеобразную плату за подчинение власти мужа. За это получал право наказывать жену, прогонять ее, а также получать плату за убийство или обиду жены. «Утренний дар» составлял вдовью долю, которую получала жена в случае смерти мужа. Также в этом случае она получала и женскую долю, т.е. домашнюю утварь, предметы личного пользования и украшения.

6. Приведите примеры источников права следующих видов: закон, кодекс, указ, устав, положение, постановление, распоряжение, инструкция. Укажите, какие органы (организации) имеют право издавать свои акты в названных формах.

### **Тема 4. Субъекты правоотношений (физические и юридические лица).**

1. Назовите всех субъектов гражданских правоотношений.
2. Что такое правоспособность?
3. Что такое гражданская дееспособность?
4. Назовите виды гражданской дееспособности.
5. Что такое юридическое лицо?
6. Назовите основные признаки ЮЛ.
7. Приведите классификацию юридических лиц.
8. Что такое юридические факты?
9. Назовите виды юридических фактов.
10. Что подразумевается под принципами гражданского права?
11. Приведите примеры правовых отношений, в которых Вы принимали участие. Для каждого из них раскройте элементы (участники, объект и содержание) и определите вид правоотношения.

\_\_\_\_\_ объект \_\_\_\_\_

*участники*

*содержание*

---

12. Ответьте на вопрос: "В какой сфере и какой вид правоотношений, с Вашей точки зрения, нуждается в более конкретном и четком регулировании"? Ответ обоснуйте.

13. Определите виды правовых отношений в зависимости от предмета правового регулирования (по отраслевому признаку):

- правовые отношения, связанные с участием в референдуме;
- алиментные правовые отношения;
- правоотношение по уплате налога;
- заключение трудового договора;
- правоотношения, связанные с договором аренды здания.
- правоотношение ответственности за мошенничество.

14. Определите вид нижеперечисленных юридических фактов по правовым последствиям (правообразующие, правоизменяющие, правопрекращающие) и волевому критерию (события, действия):

- увольнение с работы;
- кража имущества;
- заключение договора купли-продажи квартиры;
- обнаружение клада;
- рождение ребенка;
- смерть человека;
- затопление дома при наводнении;
- вынесение приговора судом;
- нарушение правил дорожного движения;
- вступление в брак;
- перевод на другую должность;
- расторжение брака;
- наступление пенсионного возраста;
- принятие закона.

15. О каких правовых понятиях, выступающих в качестве юридического факта, идет речь в следующих положениях?

3.1. В российском гражданском праве существует положение о том, что должник, не исполнивший свое обязательство, считается виновным в неисполнении до тех пор, пока не докажет обратное.

3.2. Согласно ст.45 Гражданского кодекса РФ днем смерти гражданина, объявленного умершим, считается день вступления в законную силу решения суда об объявлении его умершим.

3.3. Российским уголовным законодательством закреплено положение, согласно которому гражданин считается несудимым, если с него судимость снята либо погашена.

3.4. В российском гражданском праве существует положение о том, что должник, не исполнивший свое обязательство, считается виновным в неисполнении до тех пор, пока не докажет обратное.

## **Тема 5. Понятие судебной системы в РФ. Суды РФ.**

*Понятие судебной системы РФ.*

*Принципы деятельности судебной системы РФ.*

*Система судов РФ.*

*Судебное звено судебной системы РФ.*

*Судебная инстанция судебной системы РФ.*

*Органы судейского сообщества.*

*Судья в РФ. Статус судей в РФ. Гарантии судей в РФ. Присяжные и арбитражные заседатели.*

## Тесты по теме:

### 1. В открытом судебном заседании его фиксация в письменной форме и с помощью аудиозаписи:

1. допускается без ограничений;
2. допускается с согласия лиц, участвующих в деле;
3. допускается с разрешения суда;
4. не допускается.

### 2. Что из перечисленного не выступает основанием для отвода судьи:

1. судья при предыдущем рассмотрении данного дела участвовал в нем в качестве прокурора, секретаря судебного заседания, представителя, свидетеля, эксперта, специалиста, переводчика;

2. судья является родственником или свойственником кого-либо из лиц, участвующих в деле, либо их представителей;

3. судья не устраивает потерпевшую сторону в связи с его личными убеждениями и взглядами;

4. судья лично, прямо или косвенно заинтересован в исходе дела либо имеются иные обстоятельства, вызывающие сомнение в его объективности и беспристрастности.

### 3. Сколько судей включает коллегиальный состав в суде первой инстанции:

1. Двух;
2. Трех;
3. Пятерых.

### 4. Третьи лица, не заявляющие самостоятельные требования относительно предмета спора, относятся к лицам:

1. содействующим осуществлению правосудия;
2. осуществляющим правосудие;
3. участвующим в деле.

### 5. К каким последствиям приводит нарушения процессуальной формы:

1. принятию незаконного решения;
2. нарушению прав свидетеля;
3. отступлению от принципа гласности.

### 6. Наследник умершего ответчика, подающий жалобу в порядке надзора, это –

1. правопреемник;
2. второй ответчик;
3. соответчик;
4. альтернативный ответчик.

### 7. После вступления в законную силу решения суда вещественные доказательства

1. возвращаются лицам, от которых они были получены или передаются тем, за кем суд признал право на эти предметы;

2. уничтожаются;

3. хранятся в суде до момента исполнения решения суда.

### 8. Лица, участвующие в деле, и лица, содействующие осуществлению правосудия,

относятся к:

1. составу суда;
2. субъектам гражданских процессуальных правоотношений;
3. участникам гражданского процесса;
4. лицам, осуществляющим правосудие.

### 9. По гражданскому делу суд назначает адвоката в качестве представителя, когда:

1. отсутствия представителя у ответчика, место жительства которого неизвестно;
2. у стороны нет денег на оплату представителя, а у другой стороны есть адвокат;
3. сторона из-за незнания права мешает быстрому разрешению дела;
4. это специально предусмотрено федеральным законом.

### 10. На какой стадии гражданского судопроизводства возможно правопреемство:

1. на любой;
2. только на стадии подготовки дела к производству.

### 11. Об ответственности за дачу заведомо ложных показаний суд предупреждает:

1. Истца;

2. Ответчика;
3. третьих лиц;
4. свидетеля.

12. **Встречный иск – это:**

1. предложение ответчика истцу закончить дело мировым соглашением;
2. возражения ответчика против дальнейшего рассмотрения дела;
3. самостоятельное исковое требование, заявленное ответчиком в уже возникшем процессе для совместного рассмотрения с первоначальным иском.

13. **Кем рассматривается вопрос об отводе, заявленном судьей, рассматривающему дело единолично:**

1. приглашается другой судья;
2. прокурором;
3. тем же судьей;
4. секретарем суда.

14. **Оплата услуг переводчиков и возмещение понесенных расходов в связи с явкой их в суд производится за счет:**

1. бюджета;
2. истца;
3. лица, нуждавшегося в переводчике.

15. **Обратиться в суд от своего имени в защиту неопределенного круга лиц может:**

1. органы государственной власти и местного самоуправления в предусмотренных законом случаях;
2. мировой судья;
3. должностное лицо вышестоящего суда;
4. прокурор.

16. **Гражданская процессуальная дееспособность по общему правилу наступает...**

1. с 16 лет;
2. с 18 лет;
3. с 14 лет.

## **Тема 6. Состав правонарушения (преступления).**

Понятие состава преступления.

Элементы (стороны) состава преступления и их признаки.

Классификация (виды) составов преступления.

### **Тесты по теме: Уголовная ответственность.**

1. **Добровольным отказом от преступления следует считать:**

1. Прекращение любых действий, направленных на доведение преступления до конца.
2. донесение о готовящемся преступлении.
3. Совершение преступления при условии фактической ошибки относительно объекта преступления.
4. Прекращение подготовительных действий либо действий, непосредственных направленных на совершение преступления, если лицо сознавало возможность доведения преступления до конца.

2. **Какие стадии преступления вам известны:**

1. Соисполнительство
2. Укрывательство
3. Организационные вооруженные группы
4. Приготовление и покушение на преступление.

3. **Виды умысла:**

1. Двойная форма вины
2. Прямой
3. Определенный и неопределенный
4. Косвенный

4. **При каких условиях риск признается обоснованным:**
  1. Не имеет значение, какая цель при этом поставлена;
  2. Осуществляется для достижения социально полезной цели;
  3. Обоснованность риска не ставшего в зависимость от принятых мер по его предотвращению;
  4. Для признания риска обоснованным главное значение имеет цель (она должна быть социально полезной), для достижения которой пошли на риск, но средства ее достижения могут быть и иные, с риском не связанные.
5. **Вина – это:**
  1. Сознательное совершение преступления;
  2. Способность отдавать отчет в своих действиях и руководить ими в момент совершения преступления;
  3. Особое психическое отношение субъекта к совершенному им деянию и его последствиям в форме умысла и неосторожности;
  4. Совершение преступления с определенным умыслом.
6. **Преступлением является:**
  1. Умышленное причинение вреда
  2. Совершение общественно-опасного деяния.
  3. Совершение аморального поступка, вызванное на общественное осуждение.
  4. Виновное совершение общественно-опасного деяния, запрещенного УК под угрозой наказания.
7. **Какова система Уголовного кодекса РК?**
  1. Система УК образует совокупность норм;
  2. Систему УК образуют диспозиции и санкции статей УК;
  3. Систему УК составляют все нормы уголовно-правового характера независимо от того, включены они в него или еще нет;
  4. УК состоит из двух частей: Общей и Особенной.
8. **С какого возраста лицо может быть привлечено к уголовной ответственности?**
  1. С 16 лет за все преступления;
  2. С 14 лет;
  3. По достижению лицом совершеннолетия;
  4. С 16 лет, за преступления, представляющие повышенную общественную опасность – с 14 лет.
9. **К обстоятельствам, смягчающим наказание, УК относит:**
  1. Совершение впервые преступления небольшой тяжести вследствие случайного стечения обстоятельств;
  2. Совершение преступления, дискриминанализированного законом, принятым позднее и действующим на момент рассмотрения дела судом;
  3. Отсутствие тяжких последствий преступления;
  4. Совершение преступления в состоянии опьянения.
10. **К обстоятельствам, отягчающим наказание, относятся:**
  1. Привлечение к совершению преступления несовершеннолетних
  2. Отказ от дачи наказаний.
  3. Непризнание своей вины
  4. Наступление тяжких последствий в результате совершения преступления
11. **Несовершеннолетним могут быть назначены наказания в виде:**
  1. Предупреждения;
  2. Лишения свободы на срок не свыше пяти лет;
  3. Конфискация имущества;
  4. Штрафа, ареста.
12. **Основанием уголовной ответственности является:**
  1. Совершение деяния, содержащего все признаки состава преступления
  2. Виновное причинение вреда
  3. Вынесение постановления о привлечении в качестве обвиняемого
  4. Приговор суда.

**13. Смысловое значение понятия «Уголовное право»:**

1. Статьи Общей части УК РК;
2. Уголовный закон;
3. Нормы, формулирующие составы преступления;
4. Отрасль законодательства.

**14. По какому принципу определяется уголовным законом ответственность соучастников?**

1. Каждый участник преступного сообщества отвечает за все преступления, совершаемые членами этого сообщества;
2. Соучастники отвечают в пределах лично ими совершенного;
3. Соисполнители несут одинаковую ответственность;
4. Все соучастники несут одинаковую ответственность.

**15. Освободить от уголовной ответственности возможно в связи:**

1. С причинением вреда посягающему лицу в состоянии необходимой обороны;
2. С причинением вреда в состоянии крайней необходимости;
3. С недостижением возраста, с которого возможно привлечение к уголовной ответственности;
4. С деятельным раскаянием лица, совершившее преступление.

**16. Сроки давности, исключительная уголовная ответственность, равны:**

1. 10 годам после совершения преступления средней тяжести;
2. 3 годам после совершения преступления небольшой тяжести;
3. 20 годам после совершения преступления небольшой тяжести;
4. 6 годам после совершения преступления небольшой тяжести.

**6. Перечень вопросов для самопроверки усвоения дисциплины**

1. Правоведение как наука и учебная дисциплина.
2. Понятие и признаки общества.
3. Общие закономерности возникновения государства.
4. Характеристика основных теорий происхождения государства и права: теологической, патриархальной, договорной, психологической, марксистской, насилия и др.
5. Понятие государства. Основные признаки государства.
6. Понятие и классификация функций государства.
7. Понятие и элементы форм государства.
8. Формы государственного правления: понятие и виды.
9. Формы национально – государственного и административно – территориального устройства: понятие и виды.
10. Государственно – политический режим: понятие и основные разновидности.
11. Правовое государство. Понятие и принципы правового государства.
12. Понятие и определение права.
13. Правовые системы современности.
14. Понятие источника права. Классификация источников права.
15. Система нормативных актов в России.
16. Понятие нормы права.
17. Логическая структура нормы права.
18. Понятие системы права. Основные элементы системы права.
19. Предмет и метод правового регулирования как основания выделения отраслей в системе права.
20. Частное и публичное право. Материальное и процессуальное право.
21. Понятие и способы реализации права.
22. Применение права.
23. Понятие, признаки и виды правовых отношений.
24. Субъекты права и правоотношения.
25. Объект правоотношения.
26. Юридическое содержание правоотношения.

27. Понятие и классификация юридических фактов как основание возникновения, изменения и прекращения правоотношений.
28. Понятие и признаки юридической ответственности.
29. Принципы юридической ответственности.
30. Понятие и признаки правонарушения.
31. Юридический состав правонарушения.
32. Понятие и содержание основ конституционного строя.
33. Система прав и свобод человека и гражданина.
34. Понятие и признаки государственных органов.
35. Органы государства и органы местного самоуправления.
36. Понятие принципа разделения властей. Система сдержек и противовесов.
37. Система и структура исполнительных органов государственной власти.
38. Законодательная (представительная) власть.
39. Судебная власть.
40. Понятие и сущность гражданского права.
41. Источники гражданского права.
42. Способы защиты гражданских прав.
43. Понятие сделки и ее виды.
44. Понятие договора и его содержание.
45. Понятие, предмет, метод и система трудового права.
46. Трудовой договор. Понятие, содержание и порядок заключения трудового договора.
47. Рабочее время и время отдыха.
48. Защита трудовых прав работников.
49. Понятие, предмет, метод и система семейного права.
50. Условия, порядок заключения и прекращение брака.
51. Права и обязанности супругов.
52. Права и обязанности родителей и детей.
53. Формы воспитания детей, оставшихся без попечения родителей.
54. Понятие, предмет, метод административного права Российской Федерации.
55. Соотношение административного права с другими отраслями права.
56. Административно-правовые отношения: понятие, особенности.
57. Система государственной службы Российской Федерации.
58. Законодательства Российской Федерации об административных правонарушениях.
59. Понятие административного правонарушения.
60. Система и виды административных наказаний.

## **8. Список рекомендуемой литературы.**

### **Основная литература**

Правоведение для студентов транспортных вузов : Учебник для вузов / под общ. ред. Землина А.И. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 478 с.

### **Дополнительная литература**

1. Шкатулла Владимир Иванович. Правоведение : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. - 11-е изд.; стер. - М.: Академия, 2011. - 384 с. 2. Шумилов Владимир Михайлович. Правоведение: учебник для бакалавров. - 2-е изд.; испр. и доп. - М.: Юрайт, 2012. - 423 с.

2. Балашов, Алексей Игоревич. Правоведение : Учебник для студентов вузов, обучающихся по неюрид. спец. / Балашов, Алексей Игоревич, Рудаков, Геннадий Петрович. - СПб. : Питер, 2005. - 512 с.

3. Правоведение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по неюридическим направлениям подготовки / под общ.ред. М. Б. Смоленского. - 5-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Дашков и К' : Академцентр, 2014. - 496 с.

4. Конституция Российской Федерации с комментариями для изучения и понимания [Текст] / Л.Ш. Лозовский, Б.А. Райзберг. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 113 с.
5. Гражданский кодекс Российской Федерации. Части первая, вторая, третья и четвертая. Официальный текст: По состоянию на 20 февраля 2008 г. [Текст] . - Новосибирск. : Сиб. унив. изд-во, 2008. - 528 с.
6. Трудовой кодекс Российской Федерации. По состоянию на 20 мая 2010 года. Комментарий последних изменений [Текст] . - М. : Юрайт, 2010. - 227 с.
7. Трудовой кодекс Российской Федерации [Текст] . - 13-е изд. - М. : Ось-89, 2010. - 256 с.
8. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Текст] . - М. : Омега-Л, 2009. - 279 с.
9. Смирнов, Александр Витальевич. Уголовный процесс [Текст] : учебник / Смирнов, Александр Витальевич, Калиновский, Константин Борисович. - СПб. : Питер, 2004. - 697 с.
10. Уголовный кодекс РФ. Уголовный кодекс Российской Федерации с изменениями и дополнениями на 1 февраля 1999 г. - М. : Проспект, 1999. - 160 с.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

Кафедра гуманитарных дисциплин

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине

Русский язык и культура речи

для студентов очной/заочной форм обучения

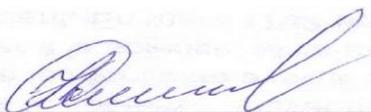
по направлению (специальности) подготовки:

23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань 2023

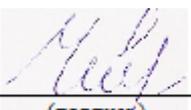
Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине Русский язык и культура речи для студентов очной/заочной форм обучения по направлению (специальности) подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(должность, кафедра)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Нефедова И.Ю.  
(Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры « 22 » \_марта\_ 2023 г., протокол № 8

и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(кафедра)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Чивилева И.В.  
(Ф.И.О.)

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) О.А. Тетерина  
(Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	4
<b>2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	Ошибка! Закладка не определена.
<b>3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ</b> .....	5
Практическое занятие № 1.....	Ошибка! Закладка не определена.
Практическое занятие № 2.....	8
Практическое занятие № 3.....	9
Практическое занятие № 4.....	11
Практическое занятие № 5.....	13
Практическое занятие № 6.....	16
Практическое занятие № 7.....	19
Практическое занятие № 8.....	27
<b>ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ</b> .....	<b>29</b>
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>30</b>
Ошибка! Закладка не определена.	

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### Цели и задачи дисциплины:

Основной целью курса Русский язык и культура речи является совершенствование навыков грамотного письма и говорения в профессиональном общении.

Данная цель обуславливает постановку следующих задач:

- повышение уровня орфоэпической, лексической, грамматической и стилистической грамотности;
- изучение основ риторики и лексико-стилистических особенностей языковых конструкций научной и официально-деловой направленности;
- изучение принципов и эффективных методов речевого взаимодействия;
- формирование умений продуцирования связных, правильно построенных монологических и диалогических текстов в соответствии с коммуникативными намерениями говорящего и ситуацией общения.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

\* Компетенция может раскрываться в конкретной дисциплине полностью или частично.

Таблица - Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.2. Осуществляет речевое взаимодействие в соответствии с нормами современного русского литературного языка в устной и письменной формах деловой коммуникации

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### ТЕМА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЯЗЫК КАК ОСНОВА КУЛЬТУРЫ РЕЧИ.

Современный русский литературный язык и его подсистемы. Формы существования РЛЯ. Лексика современного русского языка.

### ТЕМА 2. РЕЧЕВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ЕЁ ВИДЫ.

Речь. Речевые коммуникации. Речь в межличностных и общественных отношениях.

### ТЕМА 3. НОРМАТИВНЫЙ АСПЕКТ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА.

Нормы русского литературного языка. Орфоэпические нормы современного литературного русского языка. Грамматические нормы русского литературного языка Имя существительное. Имя прилагательное. Глагол. Имя числительное. Синтаксические нормы. Речевая недостаточность. Речевая избыточность: Плеоназм, тавтология, лексические повторы.

### ТЕМА 4. СТИЛИСТИКА.

Функциональные стили современного русского литературного языка. Научный стиль. Основы конспектирования и реферирования

## **ТЕМА 5. ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЛОВОЙ КОММУНИКАЦИИ**

Официально-деловой стиль. Составление деловой документации. Принципы делового общения. Роды и виды риторики. Классический риторический канон. Образ слушающего. Контакт оратора с аудиторией. Приемы привлечения внимания слушателей

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Реализация программы дисциплины «Культура речи и делового общения» предусматривает использование разнообразных форм и методов, обеспечивающих сбалансированную интеграцию лекционного материала, материала для практических занятий и самостоятельной работы студентов. Эти методы основаны на принципах развивающего образования и создания специальной образовательной среды.

Одним из основных видов аудиторной работы обучающихся являются практические занятия. Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. На практических занятиях закрепляются теоретические знания, формируются навыки овладения нормами современного русского литературного языка, а также рассматриваются трудные случаи произношения, словоупотребления, грамматики и правописания в деловом общении, отрабатываются навыки практического применения знаний в условиях, приближенных к реальной профессиональной деятельности учащихся. Проводимые под руководством преподавателя, практические занятия направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы по дисциплине. Они также позволяют осуществлять контроль преподавателем подготовленности студентов, закрепления изученного материала, развития навыков подготовки сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений.

В основе методики преподавания курса «Русский язык и культура речи» лежат современные подходы к содержанию и методике преподавания дисциплины, основанные на следующих принципах.

Профессиональная ориентация обучения. Весь лекционный и практический материал ориентирован на сферу будущей профессиональной деятельности студента. Это выражается в отборе лексики, видов речевой деятельности и наглядного материала.

Коммуникативность обучения. Диалоги и микротексты, предлагаемые на практических занятиях слушателям, приближены к реальным ситуациям общения. Используются активные формы проведения занятий: тренинги, элементы деловой игры и др.

Индивидуализация обучения и самоконтроль. Для занятий подбирается материал, различный по степени сложности, проводится обучение самостоятельной работе с лингвистическими словарями. Слушатели учатся выявлять языковые тенденции и закономерности в предложенном языковом материале. Зачёт проходит в форме индивидуальной беседы преподавателя с учащимися по билетам, содержащим ряд практических заданий.

Актуальный характер рассматриваемых учебных материалов. Предполагается дискуссионный характер обсуждаемых на занятиях тем, а также рассмотрение таких проблем, которые выходят за рамки чисто лингвистических и активно обсуждаются всем обществом.

В результате прохождения курса «Культура речи и делового общения» и самостоятельной работы студент должен приобрести определённые знания по русскому языку, которые проверяются преподавателем во время зачета.

Материалы для зачета нацелены на проверку знаний произносительных, акцентологических, лексических, грамматических, орфографических и пунктуационных норм современного русского литературного языка.

Кроме того, выполняя специальные задания, студент должен уметь найти и исправить речевые ошибки, часто встречающиеся в деловой устной и письменной речи. С этой целью во время зачета слушателю предлагается отредактировать ряд предложений, содержащих смысловые, стилистические, лексические и другие ошибки.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает, выставляя в рабочий журнал текущие оценки, при этом студент имеет право ознакомиться с ними.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**  
**КУЛЬТУРА РЕЧИ КАК МНОГОАСПЕКТНОЕ ПОНЯТИЕ. РУССКИЙ ЯЗЫК**  
**В СИСТЕМЕ ЯЗЫКОВ МИРА**

**Задание 1.** В приведенных записях диалектной речи укажите языковые особенности (диалектизмы), несвойственные литературному языку (фонетические, лексические, морфологические, словообразовательные). Укажите синтаксические особенности разговорной диалектной речи. Создайте социально-психологический портрет говорящего.

**А.** – Скажите о том, как у вас раньше свадьбы играли.

– Свадьбу? Скажу про себя. Была я семнадцати лет... Был сенокос... Ну подкашиваем, вдруг соседка идет, идет прямо к отцу... А я ей, такая была, так и говорю: «А что ты, Олена, к нам-то не привернула?» – «Ну, если приглашаешь, так приверну». Подходит к моему старшему брату, поклонилась и грит: «Ну, Александр, поезжай, пропивай сестру, женихи на сестру сватаются». А брат косы лопатил у нас, он жены своей лопатил косу. Косы были, горбуши назывались. Ну вот. Потом он этой жены косу отлопатил, взяла я, стала подавать свою косу. Он меня и поддразнил: «Хе, как девица-то, женихи сватаются». Я чуть не заплакала. Он говорит: «Глупая, какая-то ты невеста? Еще не отдам».

**Б.** – А потом ишо вот... сын женился, сноха родила, ишо я бабой работала... Ну тут на пенсию пошла, и так больше стала вот нянчиться. У тех две девки вырастила, чэтыре жимы водилася: с той два года, да с другой... Колька-то, мой парень, там тоже чэтыре жимы жила, тоже с ребятами.

**В.** – Вот на Пасху-то дак всю ночь пекем, тут ночь и не спим. С вечера, еще в шесть часов тесто месили, да вот замесишь с бычьёю голову тесто-то, вот и скешь сидишь, две-три кучи наскешь этих сочиней-то, да еще... калиточки зовутся, опеки же большие же наскешь, эти опеки с квашни наливашь, да на сковородки наливашь, кислы шаньги звались... А кислы– это льют на сковородки, на сковородочки и сверьху помазут сметанкой – вот это называт кисла шаньга.

**Г.** Лагун–ушат сделан, ив исподи дно, и наверьху дно. И втулкой деревянной накрыват-то, дак вот дыра и сделана кругла, и тут же тулка, называется тулка, закрывать. И вот закроют и эту дыру, кругом-то того закрепят, замажут, шобы дух не выходил. И вот крепко пиво, а пониже одеть ко дну-ту этот гвоздь, коды то набирають, сделан деревянный гвоздь. Кода пить, то выдержают.

**Задание 2.** Укажите слова из жаргона преступного мира. Какое название в языкознании они получили?

Предъявы делаются на сходняках  
(«Непонятки» бандитских понятий»)

Бандитские структуры, естественно, заинтересованы в постоянном увеличении доходов... Для того чтобы заполучить новую фирму, есть несколько способов, одним из которых является так называемая пробивка. Упрощенно «пробивка» выглядит так: экипаж бандитской машины заходит в недавно открывшееся кафе или магазин и вежливо интересуется у хозяина, кому он платит, кто его охраняет...

«Пробивка» – рабочий момент бандитской профессии, как правило, она проходит мирно. «Пробитую» точку (кафе, фирму, магазин) заносят в реестр личного учета банды – либо как свою, либо как чужую (ин-формация о «коллегах» лишней не бывает). «Пробивки» могут быть с «наездами» и без.

«Наезд» – способ психологического и физического давления на бизнесмена – в основном для стимуляции его искренности и деморализации.

«Пробивка» с «наездом» – это все то же самое, но с более глубокими эмоциями: «Ну, ты, падла, крыса, мышь! Кому платишь, гнида! Слышь, ты нам по жизни должен! Ты понял, нет?!» и т.д., и т.п.

Как уже говорилось выше, «пробивки» обычно заканчиваются «стрелками» [встречами с конкурирующими бандитами], которые не принято «динамить». Во-первых, это просто невежливо, во-вторых, это дает козыри «продинамленной» стороне.

Бывают «стрелки» конфликтные, когда одна из сторон может считать, что ее интересы ущемлены. Такая «стрелка» может закончиться «разборкой», т.е. силовым конфликтом. Поскольку всегда есть шанс нарваться на «отмороженных» (на «беспредельных», жестоких, неумных и жадных «коллег»), «стрелки» обычно назначаются в очень людных местах, где пользоваться оружием затруднительно (рынки, кафе, магазины), либо, наоборот, в местах глухих и уединенных, куда каждая сторона может без лишней нервозности привезти оружие.

Каждому бизнесмену нужно очень хорошо представлять, что такое так называемые разводки.

«Разводка» – это, по сути дела, обман, мошенничество, которое вынуждает «разводимого» поступать так, как надо «разводящим».

### **Задание 3. Укажите жаргонизмы и определите, в какой социальной группе они возникли.**

1. Парень один из Крылатского. У него квартира – отпад. А родители живут на даче. Мы там часто тусуемся.
2. Есть карманники – «верхушечники», работающие по верхам с минимальным риском, тянущие то, что плохо лежит. Таким очень помогают модные «чужие» сумки и еще распаивающиеся сумки – «самосвалы» с магнитными застежками, оттопыривающиеся карманы и... наша традиционная русская беспечность. Другие «спецы» работают с «мойкой» – лезвием отечественного производства.
3. Главной особенностью стало то, что с отечественными разведчиками экстра-класса, т.е. «рэксами», мерялись силами представители элитных спецподразделений армии Словакии и США.
4. Белыми люблю «сицилианку», а черными предпочитаю защиту Грюнфильда, хотя она не пользуется репутацией надежной защиты.
5. Два года в армии делятся на четыре части. И в каждой для солдата своя кличка. Те, кто служит пер-вые полгода, – «духи», кто вторые – «черпаки». Они могут командовать «духами». Тот, у кого служба перевалила на второй год, – «фазаны». Ну а тем, у кого до ухода в запас 5-6 месяцев – «дедам» или «дембелям», – дозволено все – от мордобоя до сексуального насилия.
6. К выборам «яблочники» собираются подойти с «отработанной экономической и серьезной политической идеологией».
7. Навскидку: только за последний месяц телевидение «цитировало» без ссылки на «Российскую газету» премьера России, министра финансов, министра труда, не говоря уже о том, что авторы эксклюзивной информации газеты сталкиваются с телевизионной озвучкой своих материалов без ссылки на источники.
8. Отвоевав три месяца, «дикие гуси» с калужской земли убедились, что контракт и обещания – ложь.
9. Если богатым и предприимчивым людям захочется вдруг «раскрутить» звезду, сообщаем необходимые сведения. (Из газет)

### **Задание 4. Какие из выделенных словосочетаний являются свободными, а какие несвободными?**

1. Мейсон вологодского разлива (заголовок). Было время, когда девочек сплошь и рядом называли Нинель, т.е. «Ленин» задом наперед, или Даздраперма – «Да здравствует Первое мая» в сокращенном варианте. Та мода, к счастью, ушла, а какая пришла? ...Не так давно в России стало

модным называть детей в честь героев «мыльных опер». На свет появилось множество Джулий и Мейсонов.

2. Новый самолет может производить взлет с суши и с воды и совершать посадку на сушу и на воду.

3. Американские куриные окорочка - «ножки Буша», заполнившие местный рынок, можно вытеснить лишь продукцией лучшего качества, такой, как знаменитый тамбовский окорок, который в давние времена поставляли к царскому двору.

4. Рэкетир никого не убивал, но при одном его появлении на улице с огромным королевским догом многих людей охватывает дрожь.

5. Обвиняя нынешнюю власть во всех смертных грехах, руководители оппозиции явно черпают вдохновение в терминологии застойных времен.

6. Су-37 на демонстрационных полетах покажет коронные номера «кобру Пугачева», «колокол», «чакру Фролова». Эти фигуры высшего пилотажа не способен исполнить ни один зарубежный истребитель.

7. Флюгеры автоматически указывали силу воздушных потоков, на всех «ветряках» устанавливалась «роза ветров» с укрепленными железными буквами NOSW.

8. Надежды на то, что «заграница нам поможет» вывести экономику из кризиса, давно уже сменились пониманием реального положения дел.

**Задание 5. Какие слова или их значения являются новыми в приведенных юморесках о всепоглощающей любви к компьютерам героя рубрики «Кириллица» из подростковой петербургской газеты «Пять углов»?**

1. Однажды Кирилл увидел, что ему на голову падает кирпич. «Похоже на тетрис!» – успел подумать он.

2. Однажды Кириллу на день рождения подарили ружье. «Зачем оно мне?!» – удивился Кирилл. Ему ответили вопросом: «Но ты же сам просил винчестер?!»

3. Знаете ли вы, почему Кирилл может стрелять только из револьвера? Он спускает боек большим пальцем, как на джойстике.

4. Однажды Кирилла как хакера попросили «взломать» Ascanoid. Он сделал это – все стенки в Ascanoid'e стали «взломанными» – он нарисовал на них трещины.

5. Однажды Кирилл решил сделать антивирус против всех вирусов и сделал! Вернее, нашел – это был автоклав с температурой до 300 градусов.

**Задание 6. Выделите специальную лексику, разграничивая термины и профессионализмы, профессионально-жаргонные и просторечные слова. Дайте оценку их стилистическому использованию в контексте.**

1. Почему ночью выскочил брак? 2. Допустили нулевые позиции по дизелям, потому что чугунок половину блоков сумела загнать в брак. 3. Модельный цех в жестком прорыве. Перебой с чугунами ликвидирован вечером. 4. Печи ремонтировались, но программа «горела», рабочие не выполняли норм, и заработки их падали. 5. Если зарежем первомайскую программу, то какое уж там «освоение»? 6. Завод третий день лихорадит коленвал. 7. Нет, она не ошиблась. Ни пригаров, ни пролысин на детали не было. 8. Мы с вами намечали ставить вторую пескодувку. 9. Как вести рацеховку фондов и материалов? 10. Как у тебя с испытанием новой конструкции? Сколько часов накрутил?

**Задание 7. Охарактеризуйте в газетных текстах выделенные слова, определите их значение, стилистическую окраску, подберите к ним общеупотребительные синонимы (за справками обращайтесь к толковым словарям).**

1. Это простая швейная машина, какими пользуются все пошивочные фабрики. 2. Одна из самых лучших брючниц ателье Анна Серова. 3. Лесничий клеймил на порубку дерева. 4. Вчера прислали на кордон рабочих просветлять культуры. 5. Видимо, гроссмейстер выходит на чистое первое место. 6. Спортсмен всю осень готовил новую произвольную программу и сейчас впервые обкатал ее перед

зрителями. 7. В таком положении переключателя стрелка прибора должна выйти из желтого сектора и отклониться вправо, причем возможен зашкал. 8. На строительстве двух нулей бригада сэкономила полтора месяца. 9. Герой забега счастливо улыбался: «Ох, и не привык я так долго бегать...» Но тренеры считают, что Олегу всерьез нужно обратить внимание на пятикилометровку, а не держаться только за свою коронную полуторку. 10. Шкурование производится при помощи шкуртки.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2-3**  
**СЕМИНАР-ПРАКТИКУМ**  
**ЯЗЫК И РЕЧЬ. ВИДЫ РЕЧЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**  
**РЕЧЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ. ВИДЫ И ФОРМЫ ОБЩЕНИЯ**

**План семинара:**

1. Язык и речь. Речь, ее особенности
2. Структура речевой коммуникации
3. Речь и взаимопонимание
4. Особенности речи в межличностном общении
5. Фатическая и информативная речь
6. Речь и самораскрытие
7. Речь и самооценка
8. Роль слушающего
9. Особенности речевого поведения в социально ориентированном общении
10. Речь и социализация
11. Речь как средство утверждения социального статуса

**Контрольные вопросы**

1. Что такое язык?
2. Назовите основные функции языка.
3. Какова структура языка и его уровни?
4. Чем отличаются парадигматические, синтагматические и иерархические отношения между языковыми единицами?
5. Почему язык называют знаковой системой? Какие единицы языка являются основными знаками?
6. Что такое речь? Как соотносятся язык и речь?
7. Что такое метафоризация речи?
8. Можно ли говорить о речи как о форме поведения? В чем проявляется коммуникативный аспект речи?
9. Перечислите основные структурные компоненты речевой коммуникации.
10. Какие ближайшие и отдаленные цели могут ставить перед собой участники речевого общения?
11. Назовите известные вам речевые роли говорящих. Дайте общую характеристику стилей говорящих и слушающих.
12. Укажите особенности языка, способные вызвать трудности в восприятии речи.
13. Чем отличается фатическое речевое поведение от информативного речевого поведения в межличностном взаимодействии?
14. Что такое «эгоречь»? Как она проявляется?
15. Что можно увидеть в «Окне Джохари»?
16. Опишите поддерживающий и неподдерживающий стили поведения.
17. Охарактеризуйте нерелексивный, релексивный, эмпатический виды слушания.
18. Каковы отличительные особенности речевой деятельности в социальном взаимодействии?
19. Почему в начале любого коммуникативного акта от его участников требуется понимание собственной социальной роли и роли партнера?
20. Приведите основные правила речевой коммуникации, обеспечивающие возможность совместной деятельности.
21. Что такое речевые стратегии и тактики?
22. Чем отличается эгоцентрическая речь детей от социализированной речи взрослых?
23. Как с помощью речевых средств можно демонстрировать социальный статус и регулировать социальные отношения между общающимися?
24. Какие речевые приемы усиливают или ослабляют влияние сообщения?

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 ПОНЯТИЕ ЯЗЫКОВОЙ НОРМЫ.**

### **ТИПЫ НОРМ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА**

**Задание 1. Произнесите следующие слова. Укажите, в каких случаях допустимы варианты произношения имеются ли стилистические различия**

Булочная, поточный, конечно, моточный, маскировочный, скучный, нарочно, горячечный, алчный, пустычный, сливочный, встречный, яичница, пшеничный, прачечная, беспечный, Ильинична, речной, печник, сердечный, Никитична, дачный, калачный, двоечник, горчичный, девичник, полуночник, сказочный, Фоминична, мелочный, порядочный, булочный, будничный взяточник, бутылочный.

**Задание 2. Как произносится буква «г» в следующих словах**

Гвардия, гастроли, гегемон, гектар, когда, гениальный, гигиена, гносеология, смягчить, мягкий, мягчайший, легкой, легкомысленный, благо, родство, универмаг, флаг, монолог, Бог, каталог, досуг, своего, другого.

**Задание 3. Укажите какой звук произносится под ударением. В каких случаях произношение данного звука зависит от значения слова?**

Акушер, афера, безнадежный, бесхребетный, гренадер, желчный, иноплеменный, местоименный, никчемный, облекший, пересекший, истекший, современный, зев, пересек, опека, бытие, дебелый, отцветший, оседлый, блеклый, донесший, двоеженец, маневры, запечатленный, щепоть, недоуменный, крестный, же-лоб, житье-бытье.

**Задание 4. Определите произношение безударного «о» в словах иноязычного происхождения**

Боа, бокал, досье, зоопарк, конституция, концерн, концерт, ноктюрн, отель, поэзия, поэма, поэт, роуль, соната, сонет, фойе, фонетика, эволюция, какао, радио, трио.

**Задание 5. Какой звук, твердый или мягкий, произносится перед буквой «е» в следующих словах.**

Альтернатива, Рерих, пакет, деканат, темп, диспансер, термин, шинель, поэтесса, депо, стенд, молекула, ректор, турне, пресса, шоссе, партер, кодекс, энергия, демократия, схема, гротеск, потенциальный, сентенция, декада, тенденция, экспресс, музеи, тембр, деспот, антитеза, Одесса, Ремарк, туннель, Рембрандт, претензия, шедевр, тезис, интерпретация, стресс, Брехт, проекция.

### **ГРАММАТИЧЕСКИЕ НОРМЫ РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА. ИМЯ СУЩЕСТВИТЕЛЬНОЕ. ИМЯ ПРИЛАГАТЕЛЬНОЕ**

**Задание 1. Определите род несклоняемых существительных, согласуя с ними определения (за справками обращайтесь к словарям).**

Вульгарн... аргю, рискован... антраша, звучащ... банджо, выдержан... бри, опасн... динго, красив... драпри, ярк... индиго, юн... кабальеро, больш... гну, забавн... гризли, крошечн... колибри, бескрыл... киви-киви, остроумн... конференсье, маленьк... кули, прохладн... мацони, уважаем... кюре, сочн... манго, молод... марабу, сед... маэстро, прекрасн... пери, стар... рантье, заброшен... ранчо, матов... габбро, справедлив... рефери, маленьк... цеце, увлекательн... шоу, установлен... эмбарго.

**Задание 2. Поставьте заключенные в скобках слова в нужной форме.**

1. На днях состоялась премьера новой пьесы (Жан Поль Сартр). 2. В произведениях французской писательницы (Жорж Санд) затрагиваются многие социальные проблемы. 3. Профессору (П.Я. Черных) принадлежит ряд работ по истории русского языка. 4. Похождения итальянского авантюриста (Казанова) послужили сюжетом для одного из кинофильмов. 5. В Москву приехали индийские врачи супруги (Найк).

**Задание 3. Составьте словосочетания с приведенными ниже словами. Установите, отличаются ли слова каждой пары по значению или стилистически.**

Кондукторы – кондуктора, лагеря – лагерь, учителя – учителя, пропуски – пропуска, корпуса – корпуса, счета – счета, проводы – провода, токи – тока, образы – образа.

**Задание 4. Поставьте имена существительные в форму именительного падежа множественного числа. Укажите возможные варианты, объясните их употребление, назовите устаревшие формы.**

Адрес, бухгалтер, век, волос, директор, ректор, договор, доктор, инженер, лектор, профессор, слесарь, сорт, токарь, отпуск, цех, шофер.

**Задание 5. Поставьте имена существительные в форму родительного падежа множественного числа.**

Амперы, апельсины, баклажаны, баржи, ботинки, валенки, вафли, гектары, граммы, килограммы, комментарии, мандарины, минеры, носки, плечи, рельсы, помидоры, сапоги, свадьбы, солдаты, туфли, яблоки, яблони.

**Задание 6. Подумайте, правильно ли в приведенных предложениях употреблены формы числа, падежа существительных. Исправьте ошибки.**

1. Отчет о конференции был представлен лишь к первому октябрю. 2. На поверхности рельс матово поблескивали огоньки уходящего поезда. 3. Мы купили несколько килограммов баклажан и помидор. 4. Коллектив принял решение о присвоении 10 работникам звания Героев Труда. 5. В этом году предвидится большой урожай черешни, вишни, абрикос. 6. В чемодане лежало много чулков и носок. 7. На конференции не присутствовали только профессоры, находящиеся в отпуску.

**Задание 7. Укажите случаи немотивированного использования прилагательных. Исправьте ошибки.**

1. Спортсмен ловчее соперника выполнил упражнение. 2. Поезд начал двигаться несколько побыстрее. 3. Этот метод наиболее лучший. 4. Мы столкнулись с самой наисложнейшей проблемой. 5. Эта птичка, пожалуй, бойчее, да и поет звончей. 6. Он добрый, но слабоволен. 7. Мы уже готовые к отъезду.

## **ГРАММАТИЧЕСКИЕ НОРМЫ РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА. ГЛАГОЛ. ИМЯ ЧИСЛИТЕЛЬНОЕ СИНТАКСИЧЕСКИЕ НОРМЫ**

**Задание 1. Приведенные ниже глаголы поставьте в форме 3 лица единственного числа.**

Вручить, включить, звонить, кружить, прислониться, жалить, копить, повторить, облегчить, мотать, молоть, уместить.

**Задание 2. Поставьте в форме прошедшего времени женского рода единственного и множественного числа следующие глаголы.**

Брести, вить, вести, брить, внять, гнать, грызть, долить, жать, замереть, замять, класть, красть, крыть, лезть, мести, мочь, ныть, обрести, дать, пережить, расцвести, пренебречь.

**Задание 3. Раскройте скобки, выберите подходящий вариант, мотивируйте свой выбор; устраните неправильные формы; цифры напишите прописью.**

1. Библиотека института ежемесячно пополняется (300 - 400 книг). 2. Вместе с новыми (1203 слова) учебник немецкого языка будет насчитывать свыше (4,5 тысячи) слов. 3. Разность между (87) и (58) составляет (29). 4. Второй советский искусственный спутник Земли находился в космосе без малого (163 суток). 5. Вес третьего советского искусственного спутника Земли был равен (1327 кг). 6. Небольшой старинный город с (4675 жителей), красиво расположенный по (оба – обе) сторонам живописной реки, привлекает много туристов. 7. На Венере день и ночь длятся по (10-12) земных суток, то есть по (250-300) часов. 8. В эту суровую зиму стае волков пришлось по (много – многу) дней бродить в поисках пищи. 9. В общей сложности на машины было погружено (22,4 тонн) угля. 10. На дорогу у нас ушло (полтора - полторы) суток. 11. В работе кружка принимало участие около (полтора десятка) студентов. 12. Можно было вполне обойтись (полторы тысячи рублей). 13. Трамвайная остановка находится совсем близко, в (полтора шагов) отсюда. 14. На традиционных встречах выпускников я ежегодно встречаю всех своих (24 однокурсника). 15. Из 31 (участника – участников) соревнований особенно выделялись трое.

**Задание 4. Исправьте стилистические ошибки в предложениях.**

1. Решимость прогрессивных сил во всех частях света не допустить новую войну вселяет в нас уверенность в победу дела мира. 2. К концу месяца комиссия должна будет отчитаться о проделанной работе. 3. Подобное бюрократическое решение тормозит развитию физкультурного движения. 4. Мыслимо ли равнодушие педагога за судьбу своих воспитанников? 5. Рецензируемая работа отличается среди других опубликованных на ту же тему тонким анализом материала. 6. Все эти жалобы, как оказалось при проверке, ни на чем не были обоснованы. 7. Прилагая счет на обусловленную сумму, прошу оплатить мне за проделанную работу. 8. О том, каких успехов добилась группа, видно из результатов экзаменационной сессии. 9. Перед нами сейчас, как и в прошлом году, предстоит ответственная задача хорошо провести производственную практику. 10. Человечество охвачено страстным стремлением к тому, чтобы война в силу своей чудовищности изжила бы самое себя. 11. Комиссия осмотрела общежитие, которому в свое время было уделено много средств и внимания, которое находится в бывшем гараже. 12. На производственном совещании обсуждались

вопросы дальнейшего улучшения качества выпускаемой фабрикой продукции и нет ли возможности снизить себестоимость. 13. Товарищ, который привел этот факт, оказавшийся большим знатоком вопроса, привел убедительные доводы в пользу своего утверждения. 14. Некоторые из выступавших в прениях высказали предположение, что не хотел ли докладчик умалить значение своего собственного предложения.

**Задание 5. Исправьте в приведенных ниже предложениях ошибки, связанные с управлением.**

1. Надо пожелать школьникам новых успехов в учебе, чтобы мы могли радоваться этими успехами. 2. Некоторые ученики тормозят выполнению общих заданий. 3. Робость, неуверенность в свои силы уже давно преодолены. 4. Встречи, сбор материалов вызывают интерес учащихся о прошлом города. 5. А потом оказалось, что эти претензии ни на чем не обоснованы. 6. Поэт воспеваеет о преданности Родине. 7. Молодые хоккеисты были разочарованы в результате первой встречи. 8. Нужно проявлять большую заботу к детям. 9. Писатель ярко показал о тех качествах, которые не украшают человека. 10. Сережа бросился в постель, уткнувшись подушкой. 11. Эти факты говорят за то, что школьники совсем перестали читать. 12. Юноша думал о том, как с ним отнесутся в новой школе. 13. На лыжном кроссе участвовал весь класс. 14. Из-за далеких стран прилетели пернатые друзья. 15. О трудностях я остановлюсь в дальнейшем. 16. Участники обсуждения подтверждали свои предложения на примерах. 17. Этому учеников воспитывали в школе. 18. Неоднократно подчеркивалось о том, что прямолинейный подход к предмету обедняет результаты исследования. 19. Так, например, в повести Эжена Ионеско описывается о жизни деревни. 20. Читатель просит объяснить о роли литературы.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5**

**РЕЧЕВАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ. РЕЧЕВАЯ ИЗБЫТОЧНОСТЬ:  
ПЛЕОНАЗМ, ТАВТОЛОГИЯ, ЛЕКСИЧЕСКИЕ ПОВТОРЫ**

**Задание 1. Из скобок выберите слова, которые наиболее точно выражают мысль; мотивируйте свой выбор.**

Человек (изобрел, нашел, отыскал, придумал, создал) слова для всего, что обнаружено им (в мире, во вселенной, на земле). Но этого мало. Он (назвал, объяснил, определил, указал на) всякое действие и состояние. Он (назвал, обозначил, объяснил, окрестил, определил) словами свойства и качества всего, что его окружает. Словарь (воспроизводит, определяет, отображает, отражает, фиксирует) все изменения, (происходящие, совершающиеся, существующие) в мире. Он (запечатлел, отразил, сохранил) опыт и мудрость веков и, не отставая, сопутствует жизни, (движению, прогрессу, развитию) техники, науки, искусства. Он может (выделить, назвать, обозначить, определить, указать на) любую вещь и располагает средствами для (выражения, обозначения, объяснения, передачи, сообщения) самых отвлеченных и обобщенных идей и понятий.

**Задание 2. Выберите нужное слово или словосочетание; мотивируйте свой выбор.**

1. На месте небольшого завода (возведен, построен, создан) крупный деревообрабатывающий комбинат. 2. В зависимости от конкретных условий установка может быть (построен, смонтирован, создан, установлен) как на открытой площадке, так и в помещении. 3. Уже в октябре фермер стал (отгружать, поставлять, отправлять, сдавать) зеленый лук в магазины столицы. 4. Технолог Калинина предложила (переделать, преобразовать, модернизировать, обновить, изменить) конструкцию двух (большой, крупный, мощный, огромный) горизонтально-расточных станков. 5. На ковровом комбинате в (прошедшем, минувшем, прошлом) году производство наладилось. Уже (выпущен, изготовлен, произведен, сделан) 867 кв. метров (продукция, ковры и дорожки, ковровые изделия). 6. Известно (любому, всякому, каждому), что даже самые (хорошие, отличные, прекрасные, великолепные, превосходные) условия работы еще не (определяют, решают, обеспечивают, гарантируют) успеха. 7. В этом произведении автору удалось (раскрыть, вскрыть, воспеть, изобразить, описать, представить) трагические события в жизни (своего поколения, своих сверстников, своих современников). 8. Этот (недостаток, порок, дефект) в детали можно (увидеть, выявить, определить, заметить, отметить) невооруженным глазом. 9. Победителю конкурса (присуждена, присвоена, выдана, выделена) премия. 10. В новом отеле (первоочередное, первостепенное, главное, ведущее, важнейшее) внимание обращают на (хорошее, прекрасное, безукоризненное, оптимальное, внимательное) обслуживание гостей.

**Задание 3. Дайте оценку употреблению выделенных слов. В случае неправильного выбора слова исправьте предложения (примеры взяты из художественных и публицистических произведений).**

1. В просторном аквариуме под мелодичный шелест фонтанчиков носятся золотые рыбки. 2. Пепельница выпала из рук Владислава и раскололась на мелкие кусочки. 3. Лихачей неизменно встречает авария. 4. Наш район характерен своей промышленностью, его продукцию уважают в России и за рубежом. 5. Наша область славится возделыванием хороших оренбургских платков. 6. В транспортировке кормов участвует семь подвод.

**Задание 4. Объедините слова из левой и правой колонки, учитывая особенности их лексической сочетаемости. Укажите возможные варианты.**

1. Античный, классический, врожденный, прирожденный, гостеприимный, радушный, хлебосольный губительный, пагубный, единый, один, длинный, длительный, долгий долговременный, продолжительный.	мифология, языки, талант, ум, прием, хозяин, человек, влияние, действие, миг, момент, воздействие, период, путь, сборы, кредит.
2. Выдвинуть, высказать, исправить, найти, устранить, обрести, найти, наложить, оставить, обнаружить, открыть, доказать, обосновать, предвещать, предсказать, расширить, увеличить, повысить.	гипотеза, догадка, недостатки, ошибки, опора, поддержка, отпечаток, след, закон, закономерность, теорема, теория, поражение, успех, возможности, потенциал.

**Задание 5. Прочитайте юмореску и замените повторяющиеся в ней слова. Подберите к ним языковые и контекстуальные синонимы.**

Скажите сами

Встретился мне один молодой писатель.  
– Хочешь, я прочту тебе мой новый рассказ? – сказал он.  
– Конечно, – сказал я.  
– Ну как, нравится? – сказал он, кончив чтение.  
– Я скажу тебе правду, – сказал я.  
– Скажи, – сказал он.  
– Во-первых, у тебя на каждой строчке «сказал я» да «сказал он», – сказал я.  
– Сейчас можно говорить «сказал он» и «сказал я», – сказал он.  
– Во-вторых, тебе нечего сказать, – сказал я.  
– Я сказал все, что хотел сказать, – сказал он.  
– Чем такое говорить, лучше вообще не говорить, – сказал я.  
– Ну что сказать о человеке с таким вкусом? – сказал он.  
– Я сказал то, что думал, – сказал я.  
– Правду сказали мне, что ты кретин, – сказал он.  
– Повтори, что ты сказал? – сказал я.  
– Что сказал, то и сказал, – сказал он.  
– Еще слово скажешь? – сказал я.  
– Скажу еще больше, – сказал он.  
– Ну что такому скажешь! – сказал я сам себе. Теперь скажите сами: разве я ему неправду сказал?

**Задание 6. Исправьте речевые ошибки в следующих предложениях.**

1. Этот памятник русской архитектуры поражает своими причудливыми габаритами. 2. Этим первым мощным порывом сазан часто вытягивает лесу в одну прямую линию с удилицем и легко рвет ее. 3. Лицо господина принимает сонное состояние. 4. У учащихся выросла уверенность в своих силах. 5. У Печорина существует эгоизм. 6. Лица престарелого возраста должны тщательно следить за своим здоровьем. 7. Неустанная любовь художника к динамике в искусстве хорошо известна. 8. Мы рассчитываем добиться качественных показателей. 9. Во многих районах вода оказалась в минимуме. 10. Обилие аксессуаров отягощает сюжет, отвлекая внимание от главного. 11. Революционеры-демократы вскрыли фиктивный характер буржуазной демократии. 12. Данная деталь является важнейшим фактором, на котором базируется надежность радиоэлектронной аппаратуры. 13. Преподаватель оперирует положительными примерами из жизни.

**Задание 7. Отредактируйте следующие предложения.**

1. Господа командировочные, получите командировочные удостоверения. 2. Председатель собрания представил слово докладчику. 3. Авторы предоставили издательству рукопись книги. 4. Можно начинать собрание: форум уже есть. 5. За нетактичное поведение пассажиру сделали замечание.

**Задание 8. Составьте предложения со следующими омонимами.**

Акция (ценная бумага) и акция (действие, направленное на достижение какой-либо цели); бонусы (кредитные документы) и бонусы (плавающие ограждения); бумагодержатель (владелец ценных бумаг) и бумагодержатель (приспособление для бумаги); гриф (птица) и гриф (клеймо, штемпель); некогда (нет времени) и некогда (когда-то); несколько (некоторое количество) и несколько (немного, в некоторой степени).

**Задание 9. Обратите внимание на речевую недостаточность, отметьте случаи неясности высказывания, искажения его смысла. Исправьте предложения.**

1. Выставка юных художников в Доме пионеров имела такой успех потому, что Карпенко Н.И. на уроках рисования сумела воспитать прекрасное в своих учениках. 2. Студент Белов занял первое место по английскому языку. 3. Они окончили профессионально-техническое училище, но, чтобы хорошо работать, нужен непосредственный опыт у станка. 4. За ошибки и недостатки председатель совхоза Пашков заслуживает взыскания. 5. Достаточно нескольких часов, чтобы на ручной вязальной машине одеть в теплые варежки всю семью. 6. Касса получает за товары ясельного возраста. 7. Переплет сделался неотъемлемой деталью комнатного убранства. 8. Творчество Маяковского волнует читателей на самых различных языках.

**Задание 10. Проанализируйте причины недостаточной информативности предложений и отредактируйте их.**

1. Сдается квартира с ребенком. 2. Восьмидесятилетняя слепая старушка ходит в сарай по проволоке. 3. В первый месяц жизни дети ходят гулять только на руках. 4. Студенты, прошедшие давление и сварку, могут записаться на обработку резанием. 5. Женщине присудили пятьдесят процентов мужа. 6. Продажа сока прекращена по техническим причинам: застрял в лифте. 7. Доставка груза производится вертолетом по бездорожью. 8. Промежуток между школой и жизнью занимает короткое время, а в памяти остается надолго. 9. На плечи фермера ложится ответственность за содержание и сохранность. 10. На качество направлены многие темы, разрабатываемые нашими учеными.

**Задание 11. Проанализируйте причины абсурдности и неуместного комизма высказывания. Назовите логические ошибки в предложениях, возникающие в результате речевой недостаточности, исправьте их.**

1. В помещении проходной фабрики санэпидстанция будет готовить отравленную приманку для населения. 2. Зоотехникам и ветработникам ферм провести обрезку копыт и обезроживание. 3. Всем зоотехникам отделений сделать прочные ошейники на железной цепи, под которые подложить ремни или войлок. 4. На фабрику требуется два рабочих: один для начинки, другой для обертки. 5. Премировать работников яслей за выполнение плана по уровню заболеваемости детей. 6. День рождения начнется в три часа. 7. Прошу прописать меня без права жилья. Обещаю не жить. 8. Продавцы в синих безрукавках, форменных юбках, пиджаках, все как один смуглолицые и черноусые, не могли не восхищать клиентов.

**Задание 12. Укажите речевые ошибки предложениях. Отредактируйте их.**

1. Направление развития экономики в XX веке и у нас, и на Западе приняло ложное направление. 2. Вспашка под сахарную свеклу проводится тракторными плугами, и лучшая по качеству вспашка достигается тракторными плугами с предплужниками, так что в настоящее время пахут под свеклу плугами П-5-35 с предплужниками. 3. Наша передача посвящена творчеству ветеранов технического творчества. 4. Акт не подписан, а подписана копия, но на том экземпляре, что подписан, написано, что он переписан с подлинника, который не подписан. 5. Сегодня у нас в гостях гость из Акмолинска. 6. Он был настолько болезненный, что постоянно простуживался и болел. 7. Мы перед принятием решительных решений. 8. Сложилось странное положение: согласно этому соглашению мы должны добиться таких показателей, которых еще никогда не показывали и показать не сможем. 9. Хочу коснуться еще одного момента, касающегося доверия избирателей: предпринимаемые нами меры ни в коей мере не должны подрывать доверие к государственным учреждениям. 10. Бывает и так, что в ответ на критику вы получаете обратный бумеранг. 11. Возвращаясь домой из зарубежного путешествия, круиза, турне, каждый стремится привезти на память пода-рок или памятный сувенир. 12. Дело в том, что раньше в делах добрых нашего отдела, в его

починах и начинаниях участвовали все. Теперь совсем другое дело. 13. Минувшей осенью в прошлом году никому не известный пловец из Голландии завоевал первенство, опередив сильнейших асов водной дорожки. 14. Цена пребывания в этой больнице не финансируется государством. 15. Правительство в это трудное и нелегкое время должно представлять единый монолит. 16. Изысканные и вкусные деликатесы из свежей рыбы могут отведать посетители нашего ресторана. 17. Необычный феномен могли наблюдать жители Уфы в прошлое воскресенье. 18. Толпа людей ворвалась в здание. 19. Над жителями Камчатки постоянно висит дамоклов меч устрашения в ожидании землетрясения. 20. Он рассказал нам о своих планах на будущее.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6** **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СТИЛИ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО** **ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ**

**Задание 1. Сопоставьте два описания грозы. К каким стилям они принадлежат? Сравните лексику и грамматический состав обоих отрывков. Проведите полный стилистический анализ текстов.**

1) Направо сверкнула молния, и, точно отразившись в зеркале, она тотчас же сверкнула вдали. Даль заметно почернела и уж чаще, чем каждую минуту, мигала бледным светом, как веками. Чернота ее, точно от тяжести, склонялась направо. Налево, как будто кто чиркнул по небу спичкой, мелькнула бледная, фосфорическая полоска и потухла. Послышалось, как где-то очень далеко кто-то прошелся по железной крыше. Между далью и правым горизонтом мигнула молния, и так ярко, что осветила часть степи и место, где ясное небо граничило с чернотой. Страшная туча надвигалась не спеша, сплошной массой; на ее краю висели большие, черные лохмотья, давя друг друга, громоздились на правом и на левом горизонте. Этот оборванный, разлохмаченный вид тучи придавал ей какое-то пьяное, озорническое выражение. Явственно и не глухо проворчал гром. Дождь почему-то долго не начинался.

2) Гроза – атмосферное явление, при котором в мощных кучево-дождевых облаках и между облаками и землей возникают сильные электрические разряды – молнии, сопровождающиеся громом. Как правило, при грозе выпадают интенсивные ливневые осадки, нередко град, и наблюдается усиление ветра, часто до шквала.

**Задание 2. Проанализируйте три отрывка научного стиля речи. К каким подвидам стилям они относятся? Докажите. Сравните использование слов различных лексических групп в каждом тексте.**

1) В исследовании омонимии как явления лексики остается много нерешенных вопросов. В ряде случаев проблема разграничения омонимии и полисемии может быть решена только при условии учета этимологии конкретного слова. При описании смысловой структуры слова важно учитывать дифференциальные и интегрирующие семантические признаки лексического значения. Если дифференциальные семантические признаки указывают на своеобразие значения толкуемого слова, то интегрирующие признаки подчеркивают сходство слов, относящихся к определенному тематическому ряду.

2) Лексические омонимы (греческое *homos* – одинаковый, *опута* – имя) – это слова, имеющие одинаковую форму (звучание, написание), но разное значение: такт<sup>1</sup> – «метрическая музыкальная единица», такт<sup>2</sup> – «чувство меры, создающее умение вести себя приличным, подобающим образом». Лексические омонимы объединяются в ряды – не менее двух слов, принадлежащих одной части речи.

3) Итак, попробуем определить, почему совершенно разные предметы получили одно название, например, мандарин «чиновник в феодальном Китае» и мандарин «плодовое цитрусовое дерево, а также его плоды». Прежде всего, следует отметить, что оба омонима иноязычного происхождения. В русский язык они вошли в разное время.

Чаще всего в западноевропейских и славянских этимологических словарях мандарин «цитрусовое дерево и его плод» объясняется как производное от мандарин «китайский чиновник». Приводятся различные признаки, положенные в основу такого переноса наименования. Растение могло быть названо мандарин, потому что, во-первых, китайские чиновники занимались разведением этого вида цитрусовых; во-вторых, одежды китайских чиновников сходны по цвету с этим плодом; в-третьих, возможно, европейцы усмотрели внешнее сходство плодов с желтолицыми китайскими сановниками.

Однако, возможно, происхождение наименования «мандарин» от названия какой-либо географической области (например, области Мандара в Африке). Вполне понятно, что в этом случае

мандарины «деревья и плоды» не имеют ничего общего с мандаринами «китайскими чиновниками», кроме случайно совпавшего названия (аналогично совпали лама «южноамериканское животное» и лама «буддийский монах»).

**Задание 3. Прочитайте текст. 1. Определите, к какому стилю речи относится текст. Найдите языковые средства, характерные для этого стиля. 2. Найдите и подчеркните языковые средства, нехарактерные для этого стиля. Является ли их употребление стилистической ошибкой? Аргументируйте свое мнение.**

Боязнь разочарования. Когда читатель нашего времени покупает и открывает новую книгу по истории или этнографии, он не уверен, что прочтет ее даже до середины. Книга может показаться ему скучной, бессмысленной или просто не отвечающей его вкусу. Но читателю-то еще хорошо: он просто потерял два-три рубля, а каково автору? Сборы сведений. Постановка задачи. Десятилетия поисков решения. Годы за письменным столом. Объяснения с рецензентами. Борьба с редактором. И вдруг все впустую – книга неинтересна! Она лежит в библиотеках... и ее никто не берет. Значит, жизнь прошла даром.

Это так страшно, что необходимо принять все меры для избежания такого результата. Но какие? За время обучения в университете и в аспирантуре будущему автору нередко внушается мысль, что его задача – выписать как можно больше цитат из источников, сложить их в каком-либо порядке и сделать вывод: в древности были рабовладельцы и рабы. Рабовладельцы были плохие, но им было хорошо; рабы были хорошие, но им было плохо. А крестьянам жилось хуже.

Все это, конечно, правильно, но вот беда – читать про это никто не хочет, даже сам автор. Во-первых, потому, что это и так известно, а во-вторых, потому, что это не объясняет, например, почему одни армии одерживали победы, а другие терпели поражения и отчего одни страны усиливались, а другие слабели. И наконец, почему возникали могучие этносы и куда они пропадали, хотя полного вымирания их членов заведомо не было.

Все перечисленные вопросы целиком относятся к избранной нами теме – внезапному усилению того или иного народа и последующему его исчезновению. Яркий пример тому – монголы XII-XVII вв., но и другие народы подчинялись той же закономерности. Покойный академик Б.Я. Владимирцов четко сформулировал проблему – «Я хочу понять, как и почему все это произошло?», но ответа не дал, как и другие исследователи. Но мы снова и снова возвращаемся к этому сюжету, твердо веруя, что читатель не закроет книгу на второй странице.

Совершенно ясно, что для решения поставленной задачи мы должны прежде всего исследовать саму методику исследования. В противном случае эта задача была бы уже давно решена, потому что количество фактов столь многочисленно, что речь идет не об их пополнении, а об отборе тех, которые имеют отношение к делу. Даже современники-летописцы тонули в море информации, что не приближало их к пониманию проблемы. За последние века много сведений добыли археологи, летописи собраны, изданы и сопровождаются комментариями, а востоковеды еще увеличили запас знаний, кодифицируя различные источники: китайские, персидские, латинские, греческие, армянские и арабские. Количество сведений росло, но в новое качество не переходило. По-прежнему оставалось неясным, каким образом маленькое племя иногда оказывалось гегемоном полумира, затем увеличивалось в числе, а потом исчезало.

Автор данной книги поставил вопрос о степени нашего знания, а точнее – незнания предмета, которому исследование посвящено. То, что на первый взгляд просто и легко, при попытке овладеть сюжетами, интересующими читателя, превращается в загадку. Поэтому обстоятельную книгу писать надо. К сожалению, мы не можем сразу предложить точные дефиниции (которые, вообще говоря, весьма облегчают исследование), но, по крайней мере, мы имеем возможность сделать первичные обобщения. Пусть даже они не исчерпают всей сложности проблемы, но в первом приближении позволяют получить результаты, вполне пригодные для интерпретации этнической истории, которую еще предстоит написать.

**Задание 4. Укажите слова и словосочетания, которые определяют их функционально-стилистическую принадлежность.**

1. Арендатор обязуется нести полную ответственность за все убытки, которые он может причинить Арендодателю вследствие использования земли не по прямому назначению в соответствии с настоящим договором либо вследствие своих некомпетентных действий. 2. За неисполнение или ненадлежащее исполнение условий настоящего договора стороны несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. 3. На основании вышеизложенного мы, учредители АО, принимаем на себя обязательства по организации и регистрации АО. 4. Общество является юридическим

лицом, обладает обособленным имуществом, имеет основные оборотные средства, самостоятельный баланс, расчетные и другие счета в учреждениях банков, может от своего имени приобретать имущество и личные неимущественные права, быть истцом и ответчиком в суде, арбитражном и третейском суде.

**Задание 5. Прочитайте пародийный текст, найдите в нем канцеляризмы и замените их нейтральными словами и выражениями, запишите отредактированный вариант текста.**

Осуществив возвращение домой со службы, я проделал определенную работу по сниманию шляпы, плаща, ботинок, переодеванию в пижаму и шлепанцы и усаживанию с газетой в кресло. Жена в этот период времени претворяла в жизнь ряд ответственных мероприятий, направленных на чистку картофеля, варку мяса, подметания пола и мойку посуды.

По истечении некоторого времени она стала громко поднимать вопрос о недопустимости моего неучастия в проводимых ею поименованных мероприятиях. На это с моей стороны было сделано категорическое заявление о нежелании слушания претензий поданному вопросу ввиду осуществления мною в настоящий момент своего законного права на заслуженный отдых.

Однако жена не сделала соответствующих выводов из моих слов и не прекратила своих безответственных высказываний, в которых, в частности, отразила такой момент, как отсутствие у меня целого ряда положительных качеств, как-то: совести, порядочности, стыда и проч., причем как в ходе своего выступления, так и по окончании его занималась присвоением мне наименований различных животных, находящихся в личном пользовании рабочих и колхозников. После дачи взаимных заверений по неповторению подобных явлений нами было приступлено к употреблению в пищу ужина, уже имевшего в результате остывания пониженную температуру и утратившего свои вкусовые качества.

### НАУЧНЫЙ СТИЛЬ РЕЧИ

**Задание 1. Напишите по тексту простой информационный реферат, учитывая его структуру, основные положения, аргументацию автора и выводы.**

**Задание 2. Составьте аннотацию на статью.**

**Задание 3. Составьте назывной план статьи. Законспектируйте статью, используя приемы конспектирования. В работе используйте таблицу:**

План	Конспект

### Е.М. Лазуткина

#### Этика речевого общения и этикетные формулы речи

Этика речевого общения начинается с соблюдения условий успешного речевого общения: с доброжелательного отношения к адресату, демонстрации заинтересованности в разговоре, «понимающего понимания» – настроенности и, мир собеседника, искреннего выражения своего мнения, сочувственного внимания. Это предписывает выражать свои мысли в ясной форме, ориентируясь на мир знаний адресата. В праздноречевых сферах общения в диалогах и полилогах интеллектуального, а также «игрового» или эмоционального характера особую важность приобретает выбор темы и тональности разговора. Сигналами внимания, участия, правильной интерпретации и сочувствия являются не только регулятивные реплики, но и паралингвистические средства – мимика, улыбка, взгляд, жесты, поза. Особая роль при ведении беседы принадлежит взгляду.

Таким образом, речевая этика – это правила должного речевого поведения, основанного на нормах морали, национально-культурных традициях.

Этические нормы воплощаются в специальных этикетных речевых формулах и выражаются в высказываниях целым ансамблем разноуровневых средств: как полнозначительными словоформами, так и словами неполнозначительных частей речи (частицами, междометиями).

Главный этический принцип речевого общения – соблюдение паритетности – находит свое выражение, начиная с приветствия и кончая прощанием, на всем протяжении разговора.

#### 1. Приветствие. Обращение.

Приветствие и обращение задают тон всему разговору. В зависимости от специальной роли собеседников, степени близости их выбирается ты-общение или вы-общение и соответственно приветствия здравствуй или здравствуйте, добрый день (вечер, утро), привет, салют, приветствую и т.п. Важную роль играет также ситуация общения.

Обращение выполняет контактоустанавливающую функцию, является средством интимизации, поэтому на протяжении всей речевой ситуации обращения следует произносить неоднократно; это

свидетельствует и о добрых чувствах и собеседнику, и о внимании к его словам. В фактическом общении, в речи близких людей, в разговорах с детьми обращение часто сопровождается или заменяется перифразами, эпитетами с уменьшительно-ласкательными суффиксами: Анечка, зайчик ты мой, милочка, киса; ласточки-касаточки и т.п. Особенно это характерно для речи женщин и людей особого склада, а также для эмоциональной речи.

Национальные и культурные традиции предписывают определенные формы обращения к незнакомым людям. Если в начале века универсальными способом и обращения были гражданин и гражданка, то во второй половине XX века большое распространение получили диалектные южные формы обращения по признаку пола – женщина, мужчина. В последнее время нередко в непринужденной разговорной речи, при обращении к незнакомой женщине употребляется слово дама, однако при обращении к мужчине слово господин используется только в официальной, полуофициальной, клубной обстановке. Выработка одинаково приемлемого обращения к мужчине и женщине – дело будущего; здесь скажут свое слово социокультурные нормы.

2. Этикетные формулы. В каждом языке закреплены способы выражения наиболее частотных и социально значимых коммуникативных намерений.

Так, при выражении просьбы в прощении, извинении принято употреблять прямую, буквальную форму, например: Извини(те), Прости(те). При выражении просьбы принято представлять свои «интересы» в непрямом, небуквальном вы-назывании, смягчая выражение своей заинтересованности и оставляя за адресату право выбора поступка; например: Не мог бы ты сейчас сходить в магазин?; Ты не сходишь сейчас в магазин? При вопросе: Как пройти?.. Где находится?; также следует предварить свой вопрос просьбой: Вы не могли бы сказать?; Вы не скажете?

Существуют этикетные формулы поздравлений: сразу после обращения указывается повод, затем пожелания, затем заверения в искренности чувств, подпись. Устные формы некоторых жанров разговорной речи также в значительной степени несут печать ритуализации, которая обусловлена не только речевыми канонами, но и «правилами» жизни, которая проходит в многоаспектном человеческом «измерении». Это касается таких ритуализованных жанров, как тосты, благодарности, соболезнования, поздравления, приглашения.

Этикетные формулы, фразы к случаю – важная составная часть коммуникативной компетенции; знание их – показатель высокой степени владения языком.

3. Эвфемизация речи. Поддержание культурной атмосферы общения, желание не огорчить собеседника, не оскорбить его косвенно, не вызвать дискомфортное состояние – все это обязывает говорящего, во-первых, выбирать эвфемистические номинации, во-вторых, смягчающий, эвфемистический способ выражения.

Исторически в языковой системе сложились способы перифрастической номинации всего, что оскорбляет вкус и нарушает культурные стереотипы общения. Это перифразы относительно ухода из жизни, половых отношений, физиологических отправлений; например: он покинул нас, скончался, ушел из жизни; название книги Шахетджаяна «1001 вопрос про это» об интимных отношениях.

Смягчающими приемами ведения разговора являются также косвенное информирование, аллюзии, намеки, которые дают понять адресату истинные причины подобной формы высказывания. Кроме того, смягчение отказа или выговора может реализовываться приемом «смены адресата», при котором делается намек или проецируется речевая ситуация на третьего участника разговора.

В традициях русского речевого этикета запрещается о присутствующих говорить в третьем лице (он, она, они), таким образом, все присутствующие оказываются в одном «наблюдаемом» дейктическом пространстве речевой ситуации «Я – ТЫ (ВЫ) – ЗДЕСЬ – СЕЙЧАС». Так показывается уважительное отношение ко всем участникам общения.

4. Перебивание. Встречные реплики. Вежливое поведение в речевом общении предписывает выслушивать реплики собеседника до конца. Однако высокая степень эмоциональности участников общения, демонстрация своей солидарности, согласия, введение своих оценок «по ходу» речи партнера – рядовое явление диалогов и полилогов праздноречевых жанров, рассказов и историй-воспоминаний. По наблюдениям исследователей, перебивы характерны для мужчин, более корректны в разговоре женщины. Кроме того, перебивание собеседника – это сигнал некооперативной стратегии. Такого рода перебивы встречаются при потере коммуникативной заинтересованности.

Культурные и социальные нормы жизни, тонкости психологических отношений предписывают говорящему и слушающему активное создание благожелательной атмосферы речевого общения, которая обеспечивает успешное решение всех вопросов и приводит к согласию.

5. Вы-общение и ты-общение. В русском языке широко распространено Вы-общение в неофициальной речи. Поверхностное знакомство и в одних случаях и неблизкие длительные отношения старых знакомых и другие показываются употреблением вежливого «Вы». Кроме того, Вы-общение свидетельствует об уважении участников диалога; так, Вы-общение характерно для давних друзей, питающих друг к другу глубокие чувства уважения и преданности. Чаще Вы-общение при длительном знакомстве или дружеских отношениях наблюдается среди женщин. Мужчины разных социальных слоев чаще склонны к ты-общению. Среди необразованных и малокультурных мужчин ты-общение считается единственно приемлемой формой социального взаимодействия. При установившихся отношениях Вы-общения ими предпринимаются попытки намеренного снижения социальной самооценки адресата и навязывания ты-общения. Это является деструктивным элементом речевого общения, уничтожающим коммуникативный контакт.

Принято считать, что ты-общение всегда является проявлением душевного согласия и духовной близости и что переход на Ты-общение является попыткой интимизации отношений; ср. пушкинские строки: «Пустое Вы сердечным Ты она, обмолвись, заменила...» Однако при ты-общении часто теряется ощущение уникальности личности и феноменальности межличностных отношений. Ср. и «Хрестоматии» переписку Ю.М. Лотмана и Б.Ф. Егорова.

Паритетные отношения как главная составляющая общения не отменяют возможности выбора Вы-общения и ты-общения в зависимости от нюансов социальных ролей и психологических дистанций.

Одни и те же участники общения в различных ситуациях могут употреблять местоимения «вы» и «ты» в неофициальной обстановке. Это может свидетельствовать об отчуждении, о желании ввести в речевую ситуацию элементы ритуального обращения (ср.: А Вам, Виталий Иванович, не положить салатик?).

### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7 КУЛЬТУРА ДЕЛОВОГО ОБЩЕНИЯ**

**Задание 1. Прочитайте текст заявления. Укажите реквизиты. Обратите внимание на построение документа и пространственное расположение реквизитов.**

Декану факультета архитектуры  
Академии искусств  
проф. В. П. Репиной  
от студентки группы №2119  
Васнецовой О. Г.

Заявление

Прошу предоставить мне академический отпуск сроком на 1 год с 01.02.2015 на основании справки №13457 от 30.01.08, выданной поликлиникой №39 г. Санкт-Петербурга. Справка прилагается.

31 января 2015 г.

\_\_\_\_\_ О.Г. Васнецова

**Задание 2. Прочитайте список типичных языковых конструкций, используемых при написании заявлений. Составьте и запишите предложения с каждой из предложенных конструкций.**

#### **Типичные языковые конструкции заявления**

<b>Конструкция</b>	<b>Пример употребления</b>
--------------------	----------------------------

Ввиду (чего)	Ввиду срочного отъезда из города
В силу (чего)	В силу отсутствия средств
Вследствие (чего)	Вследствие изменения расписания
За неимением (чего)	За неимением средств на покупку аппаратуры
По причине (чего)	По причине болезни
Согласно (чему)	Согласно утвержденному плану
В связи с(чем)	В связи с отсутствием
Благодаря(чему)	Благодаря помощи коллег
За недостатком (чего)	За недостатком средств

**Задание 3. Отредактируйте фрагменты заявлений, используя языковые конструкции из выше-приведенной таблицы**

*Образец.* Из-за того что я должен срочно уехать на родину – В связи с тем что я должен срочно уехать в Москву... – В связи со срочным отъездом в Москву...

В силу того что у меня нет достаточного количества денег  
 Вследствие того что изменилось расписание движения поездов  
 Из-за того что я не имею денег на покупку билетов на самолет  
 Так как я болел в течение целого семестра  
 Вследствие того что я опоздал на вокзал  
 Поскольку расписание движения поездов было изменено

**Задание 4. Найдите ошибки в данном заявлении. Отредактируйте текст.**

Декану экономического факультета  
 Технологического университета  
 проф. С. С. Инину  
 от Иванцова Н. Ю.

заявление

В связи с тем что я устроился на работу в филиал фирмы «Стронг», прошу перевести меня на вечернее отделение, так как я не могу учиться в дневное время.

С уважением,

\_\_\_\_\_ И. Ю. Иванцов

11 сентября 2003 г.

**Задание 5. Структура доверенности на получение денег**

- Наименование документа,
- Фамилия, имя, отчество (иногда должность, адрес, паспортные данные – в зависимости от цели написания доверенности) доверителя.
  - Фамилия, имя, отчество (иногда должность), адрес, паспортные данные доверенного лица.
  - Содержание доверенности (кто – доверяю – кому – что сделать) (сумма пишется цифрами и в скобках прописью).
- Подпись доверителя.
- Дата выдачи доверенности.
- Наименование должности и подпись лица, удостоверяющего подпись доверителя.
- Дата удостоверения и подпись.

**Задание 6. Прочитайте образец доверенности. Определите, из каких элементов (реквизитов) состоит текст доверенности. Надпишите названия реквизитов.**

Доверенность

Я, Гошин Павел Михайлович, студент механического факультета Технического института, доверяю Ивановой Анне Сергеевне, проживающей по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Озерная, д. 6, кв. 9, паспорт: серия 4009 № 145676, выдан 34-м отделением милиции г. Санкт-Петербурга 10 марта 2015 г., получить мою стипендию за июнь 2015 г. в сумме 950 (девятьсот пятьдесят) рублей.

25.05.2015 г. \_\_\_\_\_ П. М. Гошин

Подпись П. М. Гошина удостоверяю,  
 декан механического факультета \_\_\_\_\_ Г. Г. Сонин  
 26.05.2015 г. Печать

**Задание 7. Обратите внимание на расположение частей доверенности**

Наименование документа – в центре; текст – с красной строки; дата – слева, подпись – справа; под датой и подписью – место, чтобы заверить документ.

**Задание 8. Найдите ошибки в приведенной ниже доверенности. Исправьте их.**

**Отредактированный вариант запишите.**

Я, Васильева Ольга Владимировна, доверяю получить мою стипендию студентке инженерно-строительного факультета Симоновой Алле, паспорт 40 02 173511, выдан 70 отделом милиции, получить мою стипендию за январь в связи с моей поездкой в Финляндию.

Васильева

**Задание 9. Составление объяснительной записки**

**Объяснительная записка** – документ, содержащий объяснение причин какого-либо нарушения в производственном процессе.

**Структура объяснительной записки**

1. Наименование адресата (руководитель организации, подразделения).
2. Фамилия, инициалы, должность работника, пишущего объяснительную записку.
3. Заголовочная часть (наименование документа пишется в середине листа с заглавной буквы).

Текст объяснительной записки. Опись прилагаемых документов.

4. Подпись (внизу справа).

5. Дата написания объяснительной записки (ниже подписи и слева листа, число и год пишутся цифрами, а месяц словами).

**Задание 10. Прочитайте образец объяснительной записки. Определите, из каких элементов (реквизитов) состоит ее текст. Надпишите названия реквизитов.**

Заведующему кафедрой русского языка  
Н. В. Петрову  
студентки группы № 1125  
гуманитарного факультета  
Смирновой А. Н.

объяснительная записка.

Я, Смирнова Анна Николаевна, отсутствовала на занятиях по русскому языку и культуре речи с 14.03.08. по 18.04.08 в связи с вынужденным отъездом к заболевшей матери в город Новгород. Справку о болезни матери из районной поликлиники №4 г. Новгорода прилагаю.

15 апреля 2015 г.

\_\_\_\_\_ А.Н.Смирнова

**Задание 11. Напишите объяснительную записку, необходимую в следующих ситуациях:**

- а) вы не явились на экзамен,
- б) вы опоздали на работу
- в) вы не выполнили распоряжение руководства (например, подготовили офисную технику к презентации).

**Задание 12. Изучите структуру расписки**

**Расписка** – официальный документ, удостоверяющий получен чего-либо (денег, документов, ценных вещей и т. п.), заверенных подписью получателя.

**Структура расписки**

- Наименование документа (в центре, с заглавной буквы).
- Фамилия, имя, отчество, должность лица, дающего расписку
- Наименование учреждения, предприятия или лица, от которого получено что-либо.
- Точное наименование полученного с указанием количества или суммы (количество и сумма пишутся сначала цифрами, затем в скобках прописью).
- Подпись получателя (справа).
- Дата составления расписки (слева).

Если расписка имеет особо важное значение, то подпись лица, давшего расписку, заверяется в учреждении или у нотариуса.

**Задание 13. Прочитайте образец расписки. Определите, из каких элементов (реквизитов) состоит ее текст. Укажите названия реквизитов.**

Расписка

Я, Чернова Светлана Игоревна, начальник технического отдела ЗАО «ЛОТ», получила со склада фирмы 1 (один) цветной телевизор марки «Филипс» для использования в отделе в течение месяца.

1 ноября 2015 г.

С.И. Чернова

**Задание 14. Напишите расписку в получении:**

- а) мультимедийного проектора для проведения студенческой научной конференции,
- б) экспонатов музея (экспозиции) для проведения доклада,
- в) спортивного инвентаря.

**ДЕЛОВОЕ ПИСЬМО**

В деловых письмах превыше всего ясность и прозрачность. Каждая фраза в них должна быть настолько четко выражена и недвусмысленна, чтобы самый большой тупица на свете не мог ее неверно истолковать и не должен был перечитывать, чтобы понять ее смысл.

Честерфилд

**Задание 1. Понятие делового письма, виды деловых писем**

**Деловое письмо** – документ, который подготавливает заключение сделок, важные встречи, содержит служебную информацию претензии, предложения и т.д. Таким образом, деловое письмо – письменный диалог юридических лиц, в котором решаются важнейшие вопросы экономико-правовой деятельности организации.

Письмо должно соответствовать конкретному типу письма (письмо-запрос, ответное письмо, сопроводительное письмо и т. д.). По содержанию и назначению письма могут быть следующих типов:

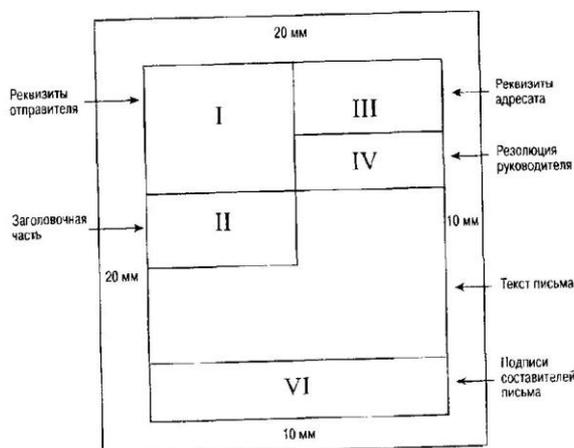
- письмо-сообщение (информационное)
- сопроводительное письмо
- письмо-инструкция
- гарантийное письмо
- письмо-просьба
- письмо-запрос
- письмо-ответ
- оферта (письмо-предложение)
- письмо-напоминание
- письмо-приглашение,
- рекламация (письмо-претензия),
- письмо-подтверждение;
- письмо-благодарность;

**Заголовок к тексту** – это краткое содержание документа (отвечает на вопросы о ком? и о чем?)  
Например: О сроках сдачи объектов в эксплуатацию, О семинаре на тему «...», О посылке каталогов.

**Задание 2. Прочитайте перечень ситуаций деловой коммуникации. Выберите, какой из перечисленных типов письма необходим в каждой из этих ситуаций. Запишите ваши ответы.**

1. Какое письмо направит вам деловой партнер, если вы не подтвердили получение его письма?
2. Вашему предприятию необходимо получить каталог офисной оргтехники. Какое письмо следует направить в соответствующую торговую фирму?
3. В университете планируют провести научную конференцию на тему «Компьютерное моделирование». Какие письма рассылает оргкомитет?
4. Предприятие отправляет партию телевизоров. Какие письма обязательно прилагаются к ней?
5. На вашем предприятии сломался недавно приобретенный деревообрабатывающий станок. Какое письмо нужно направить на предприятие-изготовитель?
6. Вы получили письмо от вашего делового партнера. Какое письмо обязательно следует направить партнеру в соответствии с правилами делового этикета?

**Задание 3. Ознакомьтесь со схемой делового письма. К какому типу записи текста принадлежит деловое письмо?**



**Задание 4. Прочитайте перечень возможных реквизитов отправителя и образец.**

ОАО «Сатурн» (садовые машины) Россия, 194021 Санкт-Петербург, пр. Мориса Тореза, 59 Тел : (812)2471111 Факс-(812)2471113 e-mail, <a href="mailto:sat@sts.ru">sat@sts.ru</a>	1) Государственный герб Российской Федерации; 2) эмблема организации; 3) наименование организации; 4) вид акционирования (ОАО, ЗАО, 000 и т.д.); 5) почтовый адрес, 6) номера телефонов; 7) номера факсов, 8) счета в банке, 9) адрес электронной почты; 10) номер лицензии; 11) дата выдачи лицензии.
--	--

**Задание 5. Оформите адрес своего университета или организации, где работают ваши друзья, родственники. Используйте все реквизиты адресата (получателя)**

ОАО «Юнона» Отдел дизайна главному дизайнеру Смирнову П.С.	Перечень реквизитов адресата (получателя): 1) наименование организации в именительном падеже; 2) наименование структурного подразделения в Именительном падеже; 3) должность; 4) фамилия и инициалы; 5) почтовый адрес получателя.
---	---

**Задание 6. Ознакомьтесь со структурной схемой делового письма и запомните клише, используемые в деловой корреспонденции.**

Текст должен быть 1) лаконичным 2) последовательным 3) убедительным 4) корректным.

Текст любого письма состоит из следующих частей: 1) обращения 2) вводной части 3) основной части 4) заключения.

Структура текста	Речевые конструкции
<b>1. Обращение</b> Используется стандартное обращение (должность, фамилия, имя, отчество) Возможно использование прилагательных Если не предполагается конкретное лицо, обращение можно опустить	Уважаемый (многоуважаемый, высокоуважаемый (к высокопоставленным чиновникам)) господин Иванов! (господин директор!) Дорогой (к хорошо знакомому адресату) Дмитрий! Уважаемые господа! (дамы и господа! коллеги!)
<b>2, Вводная часть</b> Излагается повод для письма	В связи с... Согласно контракту от 21.01.02 № 15/10... Нами рассмотрены Ваши предложения

<p><b>3. Основная часть</b>  Формулируется главная цель письма:  сообщение;  предложение;  отказ;  ответ;  запрос;  просьба;  гарантия;  напоминание;  приглашение;  благодарность;  рекламация.  Суть дела излагается от первого лица в ед.ч. или мн.ч., а также от третьего лица.  Необходимо четкое деление на абзацы (абзац – замкнутая смысловая единица)</p>	<p>Рады сообщить Вам...  Информируем Вас о том, что...  Извещаю, что...  Ставлю Вас в известность, что...  Сообщаю Вам, что...  Имеем честь предложить Вам...  К сожалению, мы не можем принять...  Компания не может принять Ваши условия...  Со своей стороны хотели бы попросить Вас...  Просим рассмотреть вопрос/ подтвердить заказ/ сообщить о решении...  Прошу ответить...  Просим выслать...  Направляем Вам...  Высылаем Вам...  Напоминаем Вам...  Подтверждаю, что...</p>
<p><b>4. Заключение</b>  Выражается надежда на ответ, на положительное решение вопроса, выражается признательность, пожелание, чтобы переписка была продолжена и т. п.</p>	<p>Надеемся получить ответ в ближайшее время...  Просим ответить в двухнедельный срок...  Ожидаем Вашего согласия...  Выражаем надежду (надеемся) на дальнейшее сотрудничество (продолжение нашего сотрудничества)...  Заранее благодарны...  Искренне Ваш...  С уважением...</p>

**Задание 7. Прочитайте образец текста делового письма-ответа. Найдите языковые клише.**

Адрес и название фирмы.

Дата отправления письма-ответа.

Уважаемый господин директор!

Мы благодарим за Ваш запрос от 05.06.2015 г. Относительно монтажа локальной компьютерной сети. С удовольствием предлагаем Вам информацию по интересующему Вас вопросу.

Цена. Общая цена комплектующих и работы по монтажу составляет... (указывается сумма). Доставка. Доставка осуществляется силами нашей организации в течение одного месяца.

Срок действия. Наше предложение действительно в течение 6 месяцев со дня отправления данного письма. Оплата должна быть произведена по безналичному расчету через филиал банка (реквизиты банка указываются) не позднее 15 дней после выставления счет-фактуры.

Благодарим Вас за внимание к продукции нашей компании, надеемся на дальнейшее сотрудничество.

Директор ОАО «Диалог» \_\_\_\_\_

А.Г. Курносов

**РЕЗЮМЕ И АВТОБИОГРАФИЯ. РЕКЛАМА**

**Резюме** – краткое письменное описание занимаемых в течение жизни должностей, мест работы и образования.

**Цель** составления резюме – представить свою рабочую биографию наиболее выигрышно (и в то же время объективно), для того чтобы получить желаемую работу. Резюме напоминает анкету, но предполагает большую свободу. Работодатель может уделить вашему резюме не более 20-30 секунд. Поэтому ваша информация должна быть представлена в наиболее сжатой и удобной форме.

**Резюме составляется по следующей форме:**

- фамилия, имя, отчество;
- дата и место рождения;
- семейное положение; если есть дети, указать дату их рождения;
- гражданство;
- адрес и телефон (домашний и служебный);
- должность, которую хочет получить соискатель;
- образование (перечень начинается с указания последнего учебного заведения, которое окончил соискатель, далее перечисление идет в обратном порядке);
  - опыт работы (где и кем работал, перечисление идет в обратном хронологическом порядке);
- профессиональные навыки (знание языка, владение компьютером и пр.);
- возможные командировки;
- личные качества (ответствен/ ответственно, коммуникабелен/коммуникабельна, доброжелателен/ доброжелательна);
  - увлечения;
- дата составления.

**Задание 1. Прочитайте образец резюме. Найдите основные структурные элементы данного документа.**

	Образец резюме <b>Ткачев Андрей Петрович</b>
Дата рождения	18 января 1959 г.
Адрес, телефон	603126, г. Нижний Новгород, ул. Осенняя, д. 46, кв. 1. Тел.(8312)44-55-66
Семейное положение	Женат, трое детей <b>Цель</b>
Получение должности регионального менеджера по продажам в крупной торговой компании	<b>Образование</b>
1997-2001 гг.	Институт экономики и права Аксенова, экономический факультет. Специальность: маркетолог
1997 г.	Тренинг продаж. Нижегородский институт тренинга
1983-1984 гг.	Курсы английского языка при ГГУ
1975-1980 гг.	Горьковский государственный университет, экономический факультет. Специальность: экономист <b>Опыт работы</b>

07.1998 г.– настоящее время	«WEST PRODUCT» (оптово-розничная продажа чипсов), г. Нижний Новгород. Специалист по обеспечению сбыта. Функции: – работа с точками розничной торговли; – налаживание связей между розницей и оптовиками; – продвижение и расширение ассортимента продукции «WEST PRODUCT» на рынке; – подписание контрактов на установку торгового оборудования в точках розничной продажи; – организация и контроль за проведением рекламных кампаний. Результаты работы и достижения: увеличил присутствие продукта компании в Нижегородском и Заречном районах Нижнего Новгорода в точках розничной торговли; расширил сеть торговых точек с 20 до 44; увеличил объемы продаж на 133% в месяц
05.1996 г. – 06.1998 г.	Компания «Нижегородский хозяин» (многопрофильная компания, одно из направлений – продажа ТНП), г. Нижний Новгород. Коммерческий директор. Функции: – контакты и переписка с иностранными фирмами и городской администрацией; – маркетинговые исследования. Результаты работы и достижения: установил контакты и получил реальные предложения о сотрудничестве от восьми зарубежных компаний
11.1993 г. – 04.1996 г.	000 «ФОРТУНА», г. Нижний Новгород. Коммерческий представитель
09.1981 г. – 10.1993 г.	НПО «Электрон», г. Нижний Новгород (разработка и внедрение электронных приборов). Главный экономист
Технические навыки	<b>Дополнительная информация</b> MS Windows 2000, Word, Excel DOS. Офисное оборудование (факс, модем, сервер, копировальные аппараты), работа в Интернете
Знание иностранных языков	Английский язык – свободно. Немецкий язык – читаю, перевожу со словарем
Водительские права	Водительские права категории «В», стаж вождения 15 лет. Личный автомобиль ВА32111 (год выпуска 2001-й)
Возможные командировки	Загранпаспорт, возможны командировки
Физическая подготовка	Занимаюсь спортом (футбол, хоккей, плавание). Не курю
Личные качества	Энергичен, пунктуален, хороший организатор
Дата составления	10 июня 2015 г.

**Задание 2. Напишите резюме, предполагая, что вы являетесь соискателем на должность:**

- ◆ начальника конструкторского бюро завода;
- ◆ инженера механического цеха завода;
- ◆ менеджера по продажам коммерческой фирмы;
- ◆ программиста крупной фирмы;

- ◆ экономиста торгового предприятия;
- ◆ секретаря-референта.

**Задание 3. Ознакомьтесь с жанровыми особенностями автобиографии. Укажите отличия автобиографии и резюме.**

**Автобиография** – это собственное жизнеописание. Составляется в форме свободного сочинения. Открывается фразой: Я, ФИО, года рождения и т.д.

#### Образец автобиографии АВТОБИОГРАФИЯ

Я, Александров Юрий Петрович, родился 13 августа 1955 года в селе Сампур Сампурского района Тамбовской области в семье колхозника. В 1962 году поступил в Сампурскую среднюю школу, в которой проучился до 1965 года. В 1965 году в связи с переездом родителей в город Жердевка Тамбовской области продолжал учебу в средней школе №1 г. Жержевка. Окончил среднюю школу в 1972 году

В 1970 году поступил на дневное отделение агрономического факультета Рязанского сельскохозяйственного института и в 1974 году окончил его.

В настоящее время работаю инженером на сахарном заводе.

01. 07. 02

Ю.П. Александров

**Задание 4. Составьте автобиографию.**

**Задание 5. Изучите представленную ниже таблицу.**

<b>Языковые средства привлечения внимания</b>	
<b>Языковые средства</b>	<b>Примеры</b>
1. <i>Отклонения от нормативной орфографии</i> сочетание латиницы с кириллицей соблюдение норм дореволюционной орфографии употребление прописных букв в середине и конце игра слов как результат нарушения норм орфографии	ДЕЛЬТА MARIN Магазин «КупецЪ» МаксидоМ, КредоМЕД Все ВАЗможно (реклама автомобилей ВАЗ)
2. <i>Каламбур</i> – высказывание основанное на од повременной реализации в слове (словосочетании) прямого и переносного, значений	Pantin PRO V – блеск и сила Ваших волос Блестящий результат
3. <i>Окказионализмы</i> – новые слова, отсутствующие в системе языка созданные специально «для данного момента в экспрессивных.	«Не тормози! Сникерсни!» (реклама шоколада «Сникерс»)
4. <i>Персонификация</i> – перенесение на неживой предмет свойств или функций живого лица	TEFAL заботится о Вас (о бытовой технике)
5. <i>Фонетические повторы, рифмованные рекламные лозунги</i>	«Ваша киска купила бы «Вискас»
6. <i>Дефразеологизация</i> – семантический распад фразеологизма (устойчивого словосочетания)	«Когда простуда берет за горло» - реклама леденцов «Strepsils» – антибактериальное средство от боли в горле слово. Существительное «горло» употребляется здесь и в своем прямом значении, и во фразеологически связанном

**Задание 6. Прочитайте следующие рекламные слоганы и названия товаров и организаций. Определите, какие языковые средства выразительности в них использованы.**

«БингоШОУ–живите хороШОУ» «Margaret Astor– как ты прекрасна!»

«ОттЕнись со вкусом!» (реклама оттеночной пены) «Не окажитесь в безВАЗдушном пространстве!» «Дави на ГАЗ!» (реклама автомобилей ГАЗ) ЭЛЬДОрадио «Купи себе «Даниссимо!»

«Это не сон, это СОНИ!» «Мобилизуйся!» (реклама мобильных телефонов)

«Прекрасный пол – это не только женщины. Это еще линолеум от фирмы...» «Пора брать кассу» (реклама кассовых аппаратов)

«Сядь за руль и обгони ветер!» (реклама автомобилей)

**Задание 7. Прочитайте текст рекламного объявления. Выделите в нем основные структурные элементы (слоган, зачин, информационный блок, справочные сведения), пользуясь представленными материалами.**

«Бастион» – замок повышенной секретности

- 20 тысяч неповторяющихся комбинации
  - Мощная сталь противостоящая любому натиску
  - Предохранитель для рассеянных хозяев
  - Возможность установки в любую дверь
- Замки «Бастион» можно купить в магазинах «Дом и быт» по адресам... Часы работы магазинов ...

**Структура рекламного текста**

**1. Рекламный лозунг (слоган).** Цель – служить «визитной карточкой» товара Главное требование – нестандартность, запоминаемость

**2. Зачин (вступление)** Цель – привлечь внимание, заставить прочитать весь текст Он должен быть неожиданным захватывающим притягивающим внимание. Например «Что может быть общего у таких неординарных женщин как Марлен Дитрих, Жаклин Кеннеди, Роми Шнайдер, Марии Каллас и Элизабет Тейлор? Несомненно их безумная страсть к ювелирным украшениям фирмы Van Cleef&'Arpels.

**3. Основная часть** – информационный блок. Цель – проинформировать читателя о достоинствах преимуществах предлагаемого товара (услуги).

**4. Заключение** – справочные сведения (адрес телефон время работы фирмы).

**Задание 8. Прочитайте рекламные слоганы и определите, какой аудитории адресована данная реклама (подросткам/взрослым людям мужчинам/женщинам) Подчеркните языковые средства которые указывают на это.**

Не тормози – сникерсни!!!

Туалетная вода «...» воплощает эмоции в чистом виде. Запах дышит свежестью Средиземного моря. Аккорд мускусного дерева, растворяясь на коже, распространяет мягкую чувственность...

Супербатончик «Финт» – только для тех, кто вправду крут!

Туалетная вода «...»– история перемен. Гармония силы и необузданности, свободы и свежести. Властные морские ноты в сочетании с древесными аккордами

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8-9

### РИТОРИКА. ЗАКОНЫ ПОСТРОЕНИЯ ПУБЛИЧНОГО ВЫСТУПЛЕНИЯ. ДИСКУТИВНО-ПОЛЕМИЧЕСКОЕ ИСКУССТВО

**Задание 1. Чтобы понять суть науки риторики, познакомимся с определениями этой науки, которые в разное время сделаны исследователями теории красноречия.**

*Аристотель* (Древняя Греция, IV в. до н.э.): «... риторика ... способна находить способы убеждения относительно каждого данного предмета».

*М.В. Ломоносов* (Россия, XVII в.): «Красноречие есть искусство о всякой данной материи красно говорить и тем преклонять других к своему об оной мнению».

*Н.А. Михайличенко* (Россия, XX в.): «Риторика – это наука о приёмах подготовки и произнесения публичной речи с целью оказания влияния на аудиторию».

*А.К. Михальская* (Россия, XX – XXI в.): «Риторика – это теория и мастерство целесообразной, воздействующей, гармонизирующей речи».

*Т.А. Ладыженская* (Россия, XX – XXI в.): «Риторика – это наука об эффективном общении»

Сравните определения Аристотеля и М.В. Ломоносова. Что в них общего?

Кто из исследователей придерживается узкого понимания риторики, а кто широкого?

**Задание 2. Прочитайте высказывание Александра Ивановича Галича (1783 – 1848), преподававшего риторику в Царскосельском лицее. Чему, по мнению А.И. Галича, учит риторика?**

*Риторика – это теория красноречия, научающая «систематически обрабатывать сочинения на письме и предлагать изустно так, чтобы они и со стороны материи и со стороны формы, то есть и по содержанию, и по отделке нравились читателю или слушателю, производя в его душе*

убеждение, растроганность и решимость удачным выбором и расположением мыслей, и равно и приличным выражением мыслей с помощью слов и движений телесных.

Какая речь, по А.И. Галичу, нравится слушателям? Какая речь нравится вам?

**Задание 3. Познакомьтесь с отрывком из трактата «Об ораторе» Марка Туллия Цицерона, известного древнеримского оратора, жившего в I веке до н.э.**

*Отчего так мало выдающихся ораторов? Я неоднократно присматривался к людям необыкновенным и одарённым необыкновенными способностями, но и это навело меня на такой вопрос: почему среди всех наук и искусств красноречие выдвинуло меньше всего замечательных представителей?*

*... красноречие есть нечто такое, что даётся труднее, чем это кажется, и рождается из очень многих знаний и стараний. ...В самом деле, ведь здесь необходимо усвоить себе самые разнообразные познания, без которых беглость в словах бессмысленна и смешна; необходимо придать красоте самой речи, и не только отбором, но и расположением слов; и все движения души, которыми природа наделила род человеческий, необходимо изучить до тонкости, потому что вся мощь и искусство красноречия в том и должны проявляться, чтобы или успокаивать или возбуждать души слушателей. Ко всему этому должны присоединяться юмор и остроумие, образование, достойное свободного человека, быстрота и краткость как в отражении, так и в нападении, проникнутые тонким изяществом и благовоспитанностью. Кроме того, необходимо знать всю историю, чтобы черпать из нее примеры; нельзя также упускать знакомства с гражданским правом. Нужно ли мне ещё распространяться о самом исполнении, которое требует следить и за телодвижениями, и за жестиком, и за выражением лица, и за звуками и оттенками голоса?... Наконец, что мне сказать о сокровищнице всех познаний – памяти? Ведь само собой разумеется, что если наши мысли и слова, найденные и обдуманые, не будут поручены ей на хранение, то все достоинства оратора, как бы ни были они блестящи, пропадут даром.*

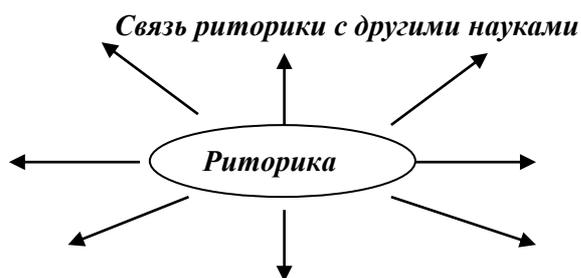
*Поэтому перестанем недоумевать, отчего так мало людей красноречивых: мы видим, что красноречие состоит из совокупности таких предметов, из которых даже каждый в отдельности бесконечно труден для разработки.*

*... невозможно быть во всех отношениях достохвальным оратором, не изучив всех важнейших предметов и наук. Речь должна расцветать и разворачиваться только на основе полного знания предмета; если же за ней не стоит содержание, усвоенное и познанное оратором, то словесное её выражение представляется пустой и даже ребяческой болтовнёй.*

Какой вопрос ставит перед собой Цицерон и как он сам на него отвечает? Согласны ли вы с мнением древнеримского оратора? Почему? Какие качества необходимы человеку, который хочет стать настоящим оратором? Какие науки, по мнению Цицерона, должен постичь оратор?

**Задание 4. Подумайте, какие науки сегодня обогащают теорию красноречия? Отрадите своё представление о связи риторики с другими науками на схеме.**

Схема 1.



Устно объясните, какие именно знания черпает риторика из названных вами наук.

**Задание 5. Пользуясь заготовкой, составьте текст выступления «Моё будущее и риторика»** (вы можете изменять шаблон, не касаясь при этом основного содержания текста).

В речи покажите, как ваша будущая профессия связана с риторикой, как риторика поможет вам добиться профессионализма и какую помощь может она оказать для вашего личностного роста и благополучия личной жизни.

*Друзья! Сегодня мы начинаем изучать риторику. Я думаю, что знания, полученные на уроках,*

Моя будущая профессия \_\_\_\_\_

Человеку такой профессии риторика \_\_\_\_\_

Я думаю, что моё профессиональное совершенствование связано с риторическими знаниями, потому что \_\_\_\_\_

В будущем я вижу себя человеком, который \_\_\_\_\_

Риторика поможет мне развить такие качества, как \_\_\_\_\_

На мой взгляд, мне удастся добиться личностного роста, если я \_\_\_\_\_

В личных отношениях риторика поможет мне \_\_\_\_\_

Спасибо за внимание!

Подготовьтесь произнести речь перед слушателями без обращения к написанному тексту. Обратите внимание на **фазы общения оратора и слушателей**:

#### Фазы общения оратора и слушателей

1. Вступление в контакт (приветствие, установление зрительного контакта).
2. Изложение основного содержания выступления, поддержание и укрепление

Понимание и интерес к выступлению.

**Задание 6. В течение 5 минут попробуйте подготовить и произнести небольшую речь на тему «Какая польза от скороговорок».**

Вспомните систему собственных действий при подготовке речи. Ответьте на вопросы:

1) Что вы сделали сначала:

- а) обдумали тему: вспомнили, что такое скороговорки и зачем их надо учить;
- б) разбили тему на микротемы;
- в) подумали о том, что доказывает важность скороговорок для оратора;
- г) сразу стали писать.

2) Удалось ли подобрать доводы для доказательства собственного мнения:

- а) удалось быстро и качественно;
- б) удалось, но долго думали;
- в) удалось, но не очень весомые;
- г) не удалось.

3) Как вы располагали материал:

- а) тщательно продумали последовательность и составили план;
- б) продумали, но не очень тщательно;
- в) продумали, но пропустили важные части;
- г) вообще не думали о последовательности.

4) Как вы подбирали слова и выражения для будущей речи:

- а) писали сразу и не думали о подборе слов;
- б) думали о том, чтобы написать без ошибок;
- в) думали о том, чтобы написать красиво;
- г) думали о том, чтобы текст был составлен без ошибок, логично и выразительно;

5) Как вы готовили текст к выступлению:

- а) пытались запомнить весь текст;
- б) пытались запомнить смысл;
- в) пытались запомнить смысл и приемы произнесения;
- г) пытались запомнить смысл и приемы произнесения, мысленно или вполголоса прорепетировали, думая о контакте со слушателями.

Обсудите результаты вашей подготовки. Были ли нерациональные действия? Чтобы сделать подготовку и произнесение речи более эффективными, познакомьтесь с рекомендациями древних риториков, которые вошли в риторiku как **классический риторический канон**.

**Задание 7. Подумайте, что бы теперь вы изменили в процессе подготовки речи «Какая польза от скороговорок». Как можно построить процесс подготовки этой речи с опорой на классический риторический канон?**

**Задание 8. Прочитайте высказывания М.Т. Цицерона и М.В. Ломоносова. Что в них общего и чем различается их содержание?**

Марк Туллий Цицерон: «Все силы и способности оратора служат выполнению пяти задач: во-первых, он должен приискать содержание для своей речи; во-вторых, расположить найденное по порядку, взвесив и оценив каждый довод; в-третьих, облечь всё это в слова и украсить; в-четвёртых, укрепить речь в памяти; в-пятых, произнести её с достоинством и приятностью».

Михаил Васильевич Ломоносов: «В сей науке [риторике] предлагаются правила трёх родов. Первые показывают, как изобретать оное, что о предложенной материи говорить должно; другие учат, как изобретённое украшать; третьи наставляют, как оное располагать надлежит, и посему разделяется Риторика на три части – на изобретение, украшение и расположение».

Обратите внимание на то, что первые три этапа – инвенция, диспозиция и элокуция – являлись основными практически во всех риторических концепциях. Этапы меморио и акцио не столь важны в теоретическом плане, однако имеют большое значение для практики публичных выступлений.

**Задание 9. Установите соответствие: отнесите конкретные действия оратора по подготовке речи к конкретному этапу.**

<i>Этап риторического канона</i>	<i>Действие оратора</i>
<b>1. Инвенция</b>	Составление плана Подбор уместных синтаксических конструкций Осмысление темы Подбор аргументов
<b>2. Диспозиция</b>	Подбор примеров Забота о правильности текста (отсутствии ошибок) Придумывание вспомогательных способов воздействия Репетиция
<b>3. Элокуция</b>	Приветствие слушателей Корректировка плана Забота о последовательности изложения Систематизация подготовленного материала
<b>4. Меморио</b>	Отбор ключевых идей Установление и поддержание контакта со слушателями Украшение речи с помощью тропов и фигур Работа над стилем
<b>5. Акцио</b>	Запоминание смысла текста Подбор вступления и концовки Корректировка текста Создание общего замысла

#### **4. ПРИМЕРНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

**1. Отметьте слова, в которых ударение поставлено правильно.**

- а) алкогОль                      в) кУхонный                      д) БАлованный  
 б) газопрОвод                      г) жАлюзи

**2. В каких словах ударным является третий слог?**

- а) апокриф                                  в) бюрократия  
 б) апостроф                                  г) анатом

**3. Найдите слова, для которых характерно вариативное ударение.**

- а) намерение                                  в) мышление  
 б) исчерпать                                  г) феномен

**4. Найдите существительные, в которых ударение во всех падежах и числах сохраняется на одном и том же слогое.**

- а) столяр    в) очередь  
 б) торт    г) квартал

**5. Найдите пары слов, в которых варианты ударения являются семантическими.**

- а) симметрИя – симмЕтрия                      б) ИрИс – ирИс

в) нормировать – нормировать г) языковой – языковой

**6. Твердый согласный [д] произносится в словах:**

а) денди в) депо  
б) демагог г) академия

**7. Найдите слова, в которых буквосочетание ЧН произносится как [ШН].**

а) скучно г) скворечник  
б) ночной д) гречневый  
в) справочник

**8. Вставьте пропущенные буквы. Отметьте слова, в которых пропущена буква О.**

а) сосредот\_чивать в) подыт\_живать д) обраб\_тывать  
б) уполном\_чивать г) обезб\_ливать

**9. Отметьте слова, толкование которых дано неправильно.**

а) Абажур – настенный светильник.  
б) Менталитет – склад ума; мироощущение, мировосприятие.  
в) Коммюнике – официальное сообщение по завершении встречи, переговоров представителей двух или более стран.  
г) Фолиант – подборка наиболее представительных сочинений (чаще стихотворных) разных авторов.

**10. Установите соответствие между словом и его значением.**

1) пietet 4) экстаз  
2) цинизм 5) эйфория  
3) эпатаж

**А.** Скандальная выходка; вызов окружающим, намеренное нарушение общепринятых норм и правил.

**Б.** Глубокое уважение, почтительное, благоговейное отношение к кому-либо или к чему-либо.

**В.** Состояние радости, душевного подъема, часто не вызванное внешними обстоятельствами.

**Г.** Бесстыдство, наглость, грубая откровенность; вызывающе-презрительное отношение к общепринятым нормам нравственности и морали.

**Д.** Высшая степень воодушевления, восторга.

**11. Укажите пример, в котором неверно составлен синонимический ряд.**

а) смелость, мужество, отвага, храбрость в) маленький, крошечный, миниатюрный, карликовый  
б) ошибка, просчет, оплошность, погрешность г) беда, несчастье, казус, трагедия

**12. В каких предложениях слово употреблено в несвойственном ему значении?**

а) Пейзаж города обогатился новыми зданиями.  
б) Во всем чувствовались позитивные изменения.  
в) Чтец декламировал стихи неизвестного поэта.  
г) Он обладал недюжинными способностями в математике.  
д) Гид обратил внимание на то, что витражи этого католического костела были выполнены из особого дерева, и секрет их изготовления неизвестен.

**13. Отметьте предложения, в которых присутствует плеоназм.**

а) В газете было дано сообщение о свободных вакансиях.  
б) Близнецы были настолько похожи, что учителя с трудом различали их.  
в) Этот музыкант был выдающимся виртуозом.  
г) Чтобы выполнить это задание в намеченные сроки, я должен беречь каждую минуту времени.

**14. Выберите из предлагаемых паронимов подходящий по смыслу.**

а) При планировании этого сражения был допущен ряд (1 – тактичных; 2 – тактических) ошибок.  
б) Близко к воде нам подойти не удалось, потому что у речки были (1 – глиняные; 2 – глинистые) берега.  
в) В молодости он всерьез увлекался (1 – водными; 2 – водяными) видами спорта.  
г) Он еле передвигал ноги в этих (1 – болотных; 2 – болотистых) сапогах.

**15. В каком ряду приведены существительные без ошибок в образовании формы именительного падежа множественного числа?**

а) библиотекари, договоры, директора, отпуска в) лектора, поезда, тома, тренера  
б) шофера, волосы, паспорта, приговоры г) бухгалтеры, доктора, инженеры, цыганы

**16. В каких рядах приведены существительные с ошибкой в образовании формы родительного падежа множественного числа?**

а) простыней, грамм, рельс, валенков б) чулок, гектаров, баклажан, блюдца

в) солдат, грузин, щупальцев, килограммов г) дупел, доньев, низовьев, судей

**17. Укажите примеры, в которых есть ошибка в образовании падежной формы имени собственного.**

*За последнее время я прочитал книги...*

- а) Майн Рида в) Вальтера Скотта д) Даниила Хармса  
б) Владимира Войнович г) Михаила Зощенки

**18. Отметьте существительные общего рода.**

- а) учитель г) ябеда ж) очевидец  
б) тамада д) дизайнер з) запевала  
в) выскочка е) недотрога

**19. Выберите полную или краткую форму прилагательного.**

- а) Я не знаком с ним как со специалистом, но как человек он мне (1 – *приятный*; 2 – *приятен*).  
б) На следующий день она была с ним (1 – *приветливая*; 2 – *приветлива*), забыв о вчерашней ссоре.  
в) Мальчик (1 – *болен*; 2 – *больной*) уже пятый день.  
г) Он был очень (1 – *способный*; 2 – *способен*) и быстро сделал карьеру.

**20. Укажите, в каких примерах форма сравнительной степени имени прилагательного образована правильно.**

- а) наиболее сильнейший в) строже  
б) более умный г) самый наилучший

**21. Отметьте правильные варианты употребления имен числительных.**

- а) Мы сменили петли у обоих ворот. в) Они встретились вновь спустя тридцать лет.  
б) У нас есть попугай и два кота. г) У нее трое внуков и двое внучек.

**22. Найдите правильный вариант, заменив числа именами числительными в нужных падежных формах: Данный законопроект был одобрен 245 депутатами**

- а) двухстами сорока пятью в) двести сорока пятью  
б) двумястами сорока пятью г) двумястами сорока пяти

**23. Отметьте предложения, в которых допущены ошибки в употреблении местоимений?**

- а) Брат плохо слушался сестры и делал все наперекор ней.  
б) Катерина была твердо уверена, что ей не простят ее поступки, но это не пугает ее.  
в) Я попросил однокурсника принести его учебник.

**24. Отметьте формы глагола, соответствующие литературной норме.**

- а) уведоми г) брезговает ж) щипет  
б) ехай д) поезжай з) брезгует  
в) щиплет е) уведошь

**25. Отметьте предложения, в которых допущены ошибки в образовании или употреблении глагольных форм?**

- а) Старушка подскользнулась на мокром полу и упала.  
б) Наступила весна, бегут ручьи, солнце припекает, с крыши капает.  
в) Лиса скрала из сарая трех цыплят.  
г) Врач сказал, что я скоро выздоровею.

## 5. УСТНЫЙ ОПРОС

1. Современный русский язык и его подсистемы. Социально и территориально ограниченная лексика.
2. Формы существования русского литературного языка.
3. Социально и территориально ограниченная лексика
4. Исконно русская лексика и заимствованная. Виды заимствований.
5. Язык и речь. Сходства и отличия.
6. Диалог и монолог.
7. Структура речевой коммуникации.
8. Понятие невербального и вербального общения. Роль неязыковых факторов в общении.
9. Особенности речевого поведения в социально ориентированном общении.
10. Функционально-смысловые типы речи (описание, повествование, рассуждение).
11. Предмет и задачи стилистики. История возникновения и становления стилистики.
12. Функциональные стили русского языка. Общая характеристика стилей.
13. Научный стиль. Лексические, морфологические, синтаксические и графические особенности.
14. Языковые формулы и композиция научных работ (аннотация, реферат, курсовая работа).

- 15.Официально-деловой стиль. Лексические, морфологические, синтаксические и этикетные особенности.
- 16.Основные жанры официально-делового стиля. Схема выбора жанра документа.
- 17.Языковые и текстовые нормы. Типы записи текста документа.
- 18.Заявление. Языковые формулы и правила составления.
- 19.Доверенность. Языковые формулы и правила составления.
- 20.Расписка. Языковые формулы и правила составления.
- 21.Объяснительная записка. Языковые формулы и правила составления.
- 22.Деловое письмо. Языковые формулы и правила составления.
- 23.Автобиография. Языковые формулы и правила составления.
- 24.Рекламный текст и его особенности. Рекламные жанры.
- 25.Разговорная речь. Жанровые разновидности. Эмоционально-экспрессивные возможности русской разговорной речи.
- 26.Публицистический стиль. Лексические, морфологические, синтаксические особенности.
- 27.Язык СМИ. Понятие информационного поля. Жанровые разновидности публицистики.
- 28.Риторические способы усиления выразительности высказываний в публицистике.
- 29.Ораторская речь. Законы риторики.
- 30.Виды красноречия. Подготовка к выступлению.
- 31.Композиция ораторского выступления.
- 32.Языковые средства риторики (тропы и фигуры речи).
- 33.Концепция, тема, проблема выступления.
- 34.Аргументация в ораторской речи.
- 35.Приемы привлечения внимания слушателей
- 36.Культура речи. Речевой этикет.
- 37.Понятие языковой нормы. Кодификация и нормализация.
- 38.Нормы русского литературного языка и их нарушение. Плеоназм, тавтология, лексические повторы.
- 39.Нормы правильного произношения и ударения.
- 40.Грамматические нормы РЛЯ. Колебания в роде имен существительных.
- 41.Грамматические нормы РЛЯ. Склонение имен существительных.
- 42.Колебания в образовании формы именительного падежа множественного числа существительных.
- 43.Полные и краткие формы имен прилагательных.
- 44.Ошибки в употреблении глагольных форм.
- 45.Употребление местоимений.
- 46.Синтаксические нормы СРЛЯ.
- 47.Употребление причастных и деепричастных оборотов.
- 48.Основные качества идеальных текстов. Точность речи (паронимы, синонимы, историзмы, архаизмы, неологизмы, окказионализмы, профессионализмы, термины).
- 49.Логичность речи. Законы логики.
- 50.Чистота, богатство, уместность и выразительность речи. Индивидуализация речи.

## 6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 1. Основная литература

1. Русский язык и культура речи : учебник и практикум для вузов / В. Д. Черняк [и др.] ; под редакцией В. Д. Черняк. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 363 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02663-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468668> (дата обращения: 01.10.2021).

### 2. Дополнительная литература

1. Самойлова, Е. А. Русский язык и культура речи : учебное пособие / Е. А. Самойлова. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 144 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0802-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009452> (дата обращения: 01.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Решетникова, Е. В. Русский язык и культура речи : учебное пособие / Е. В. Решетникова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 118 с. — ISBN 978-5-4486-0064-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70278.html> (дата обращения: 01.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/70278>

3. Русский язык и культура речи : учебник / под ред. проф. О.Я. Гойхмана. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 240 с.— (Высшее образование: Бакалавриат), — [www.dx.doi.org/10.12737/3428](http://www.dx.doi.org/10.12737/3428). - ISBN 978-5-16-009929-3 (print) ; ISBN 978-5-16-101532-2 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/913242>. – Режим доступа: по подписке.

4. Голуб, И. Б. Стилистика русского языка и культура речи : учебник для академического бакалавриата / И. Б. Голуб, С. Н. Стародубец. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 455 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00614-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/412823>

### 3. Периодические издания

1. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 - . – Рязань, 2021. - Ежекварт. – ISSN : 2077 – 2084 – Текст : непосредственный

### 4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. «Грамотная речь, или учимся говорить по-русски». - Режим доступа: <http://cultrechi.narod.ru>.

2. Грамота.Ру. - Режим доступа: - <http://www.gramota.ru>

3. Лингвистические задачи. - Режим доступа: <http://www.gramma.ru>.

4. Портал «Грамота.ру» - Режим доступа: <http://www.gramota.ru/>

5. Русский язык и культура речи. Практикум. Словарь 2-е изд., пер. и доп. Учебно-практическое пособие для академического бакалавриата. Черняк В.Д. - Отв. ред. 2015. - <http://www.biblio-online.ru>

6. Словарь сокращений. - Режим доступа: <http://www.sokr.ru>

7. Толковый словарь Ожегова. - Режим доступа: <http://www.megakm.ru/ojigov>

8. Толковый словарь русского языка В.И. Даля. - Режим доступа: <http://www.slova.ru>

9. Центр риторики - <http://www.master-ritor.ru>.

10. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

11. ЭБ РГАТУ – Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>

5. Перечень информационных технологий (лицензионное программное обеспечение, свободно распространяемое программное обеспечение, информационно-справочные системы, профессиональные базы данных)

№	Программный продукт
1.	«Сеть КонсультантПлюс»
2.	7-Zip
3.	Adobe Acrobat Reader
4.	Advego Plagiatus
5.	Edubuntu 16

6.	eTXT Антиплагиат
7.	Google Chrome
8.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 150-249 Node 1 year Educational Renewal License
9.	LibreOffice 4.2
10.	Mozilla Firefox
11.	Office 365 для образования E1 (преподавательский)
12.	Opera
13.	Thunderbird
14.	Windows Windows 7 Windows xp Windows 7 Pro
15.	WINE
16.	Альт Образование 9
17.	ВКР ВУЗ
18.	Справочно-правовая система "Гарант"

<b>Профессиональные БД</b>	
<a href="https://raexpert.ru/">https://raexpert.ru/</a>	Рейтинговое агенство Эксперт РА
<a href="http://www.mcx.ru/">http://www.mcx.ru/</a>	Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
<a href="http://www.ryazagro.ru/">http://www.ryazagro.ru/</a>	Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области
<a href="http://www.gks.ru/">http://www.gks.ru/</a>	официальный сайт Федеральной службы государственной статистики
<a href="http://expert.ru/">http://expert.ru/</a>	Сайт журнала «Эксперт»
<a href="http://ko.ru/">http://ko.ru/</a>	Деловой еженедельник «Компания»
<a href="http://surveys.org.ua/">http://surveys.org.ua/</a>	Сайт о маркетинговых исследованиях
<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>	Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент»
<a href="http://www.md-marketing.ru/">http://www.md-marketing.ru/</a>	Информационный портал: MD-Marketing.ru
<a href="http://www.nlr.ru">www.nlr.ru</a>	Российская национальная библиотека
<a href="http://www.inion.ru">www.inion.ru</a>	Институт научной информации по общественным наукам
<a href="http://www.nbmgu.ru">www.nbmgu.ru</a>	Научная библиотека МГУ имени М.В.Ломоносова
<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
<a href="http://www.dissercat.com/">http://www.dissercat.com/</a>	Электронная библиотека диссертаций
<a href="http://koob.ru/">http://koob.ru/</a>	Куб — электронная библиотека
<b>Сайты официальных организаций</b>	
<a href="http://www.council.gov.ru/">http://www.council.gov.ru/</a>	официальный сайт Совета Федерации
<a href="http://www.duma.gov.ru/">http://www.duma.gov.ru/</a>	официальный сайт Госдумы РФ
<a href="http://www.rosmintrud.ru/">http://www.rosmintrud.ru/</a>	официальный сайт Министерства труда и социальной защиты РФ
<a href="http://mon.gov.ru/">http://mon.gov.ru/</a>	официальный сайт Министерства образования и науки РФ
<a href="http://ryazangov.ru/">http://ryazangov.ru/</a>	Портал исполнительных органов государственной власти Рязанской области
<b>Информационные справочные системы</b>	
<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	Гарант
<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	КонсультантПлюс



1. а, в
2. а, б, в
3. в, г
4. б, г
5. б, г
6. а, в
7. а, г
8. а, б, в, г
9. а, г
10. 1б, 2г, 3а, 4д, 5в
11. г
12. а, д
13. а, в, га
14. а, б
15. а, б, г
16. в, г, е, з
17. а2, б2, в1, г1
18. б, в
19. б, в
20. б
21. а, б
22. а, в, д, з
23. а, в



Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

Факультет экономики и менеджмента

Кафедра бизнес-информатики и прикладной математики

Методические указания к практическим занятиям  
по дисциплине «Цифровая экономика»  
для студентов  
автодорожного факультета  
направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных  
процессов

Рязань 2023

УДК 681.142.37

ББК 32.81

Романова, Л.В.

Цифровая экономика: методические указания к практическим занятиям обучающимся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов [Электронный ресурс] – Рязань, ЭБС ФГБОУ ВО РГТУ, 2023.

Указания содержат задания для практических занятий и методические указания по их выполнению.

Работа подготовлена на кафедре «Бизнес-информатика и прикладная математика».

Рецензенты:

Текучев В.В., д.э.н., профессор кафедры «Бизнес-информатика и прикладная математика»

Ваулина О.А., доцент кафедры «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»»

Председатель учебно-методической комиссии по направлению 23.03.01 Техно-

логия транспортных процессов



/ Тетерина О.А./

## Содержание

Введение .....	4
РАЗДЕЛ 1. Условия возникновения и сущность цифровой экономики.....	5
Вопросы для устного опроса .....	5
Раздел 2. Технологические основы цифровой экономики.....	6
Вопросы для устного опроса .....	6
Практическая работа №1. Сбор данных с интернет ресурсов .....	6
Практическая работа №2. Интернет вещей.....	10
Практическая работа №3. Платформы цифровой экономики.....	14
Практическая работа №4. Использование цифровой подписи и шифрования электронных сообщений .....	17
Раздел 3. Организационные основы и структура цифровой экономики .....	21
Вопросы для устного опроса .....	21
Практическая работа №5. Применение современных информационных и коммуникационных технологий в профессиональной деятельности .....	21
Практическая работа №6. Решение проблем цифровой безопасности .....	25
Раздел 4. Функции государства и правовое обеспечение цифровой экономики	27
Вопросы для устного опроса .....	27
Практическая работа №7. Информационная и коммуникационная инфраструктура государства .....	27
Раздел 5. Перспективные направления и сервисы цифровой экономики .....	30
Вопросы для устного опроса .....	30
Практическая работа №8. Система критериев для оценки развития цифровой экономики .....	30

## Введение

Современное человеческое общество живет в период, характеризующийся небывалым ростом объема информационных потоков. Вполне очевидно, что к известным видам ресурсов - материальным, трудовым, энергетическим, финансовым - прибавился новый, ранее не учитываемый, - информационный. Только на основе своевременного пополнения, накопления, переработки информационного ресурса, т.е. владения достоверной информацией, возможно рациональное управление любой сферой человеческой деятельности, правильное принятие решений. На фоне проникновения и развития информационных процессов в отраслях экономики, постепенно начинают развиваться такие формы ведения хозяйственной деятельности как Интернет-магазины, Интернет-банки, платежные системы, появляются новые виды денежных знаков (виртуальные валюты), строится новая отрасль экономики - «цифровая экономика».

Внедрение элементов цифровой экономики необходимо для развития и повышения эффективности сельскохозяйственного производства, всех отраслей агропромышленного комплекса.

Подготовка специалиста в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов в современных условиях должна ориентироваться в том числе на широкое использование средств вычислительной техники и новых информационных технологий, обеспечивающих автоматизацию профессиональной деятельности.

Целью выполнения практических работ по дисциплине «Цифровая экономика» является изучение теоретических основ и принципов развития цифровой экономики, формирование знаний и представлений о возможностях и принципах функционирования ее основных компонентов.

## **РАЗДЕЛ 1. Условия возникновения и сущность цифровой экономики**

### ***Вопросы для устного опроса***

1. В чем заключается экономический эффект от перехода к цифровой экономике?
2. Как изменяется характер издержек производства в условиях цифровой экономики?
3. Чем определяется готовность перехода к цифровой экономике? Проведите межстрановой анализ на основе международной статистики для выбранных стран.
4. Сущность и особенности цифровой экономики
5. Свойства цифровых технологий и определения цифровой экономики.
6. Закономерности развития цифровой экономики.
7. Последствия цифровизации.
8. Четвертая промышленная революция и информационная глобализация.
9. Информационная экономика как основа развития цифровой экономики.
10. Основные характеристики и возможности сетевой экономики.
11. Новые экономические законы.
12. Влияние информационной экономики на участников рынка.
13. Цифровая экономика как дальнейшее развитие информационной экономики.

## Раздел 2. Технологические основы цифровой экономики

### Вопросы для устного опроса

1. Четвертая промышленная революция и технологические основы цифровой экономики
2. Цифровая трансформация отраслей экономики
3. Стратегии перехода к цифровой экономике: проблемы и риски.
4. Проблема информационной и экономической безопасности в цифровой экономике
5. Характеристики техники и технологий в цифровой экономике.
6. Технологии будущего.
7. Свойства цифровых технологий. Большие данные и аналитика.
8. Приведите примеры используемых в мире криптовалют.
9. Партнерство и открытость бизнеса.
10. Практическое внедрение блокчейн-технологии.
11. Цифровизация процессов в сфере инновационной деятельности.
12. Кластеры как драйверы развития цифровой экономики

### Практическая работа №1. Сбор данных с интернет ресурсов

**Цель работы:** знакомство с функциональными возможностями инструментальной среды сетевой экономики: торговых досок объявлений, Интернет-аукционов, предприятий сетевой торговли, систем Интернет-банкинга.

#### Задание на работу:

1. Ознакомьтесь с принципами построения и функционирования типовой электронной торговой доски объявлений.
2. Ознакомьтесь с информацией об аукционе *eBay*, получите представление о возможностях аукциона для бизнеса.
3. Ознакомьтесь с принципами построения и особенностями работы Интернет-магазинов.
4. Ознакомьтесь с принципами построения, особенностями организации и функциональными возможностями систем Интернет-банкинга.

#### Технология выполнения работы

1. Работа с электронной торговой доской объявлений
  - 1.1. Зарегистрируйтесь в качестве клиента почтового сервиса (электронной почты) на одном из серверов сети Интернет, например:
    - [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru)
    - <http://mail2000.ru>
    - <http://hotbox.ru>
    - [www.mail.ru](http://www.mail.ru)
    - [www.chat.ru](http://www.chat.ru)
    - <http://mail.userline.ru> (сервис платный)
    - [www.zenon.net/about/publications/0400.html](http://www.zenon.net/about/publications/0400.html)

– [www.mail15.com](http://www.mail15.com) или других.

Обязательно ознакомьтесь с правилами пользования электронной почтой, размещенными на соответствующем сервере. Обменяйтесь почтовыми сообщениями друг с другом.

1.2. С главной страницы сайта почтовой службы *Userline* посетите бесплатную доску объявлений. Используйте для этого одну из следующих гиперссылок: *Доска объявлений* (внутренний ресурс) или *Бесплатная доска объявлений* (внешний ресурс).

1.3. Ознакомьтесь с принципами построения и правилами работы с доской объявлений для продавцов и покупателей (рис. 1).

**USERLINE®** **ДОСКА ОБЪЯВЛЕНИЙ**  
*Не отказывай себе в удовольствии!*  
[www.KamBala.ru](http://www.KamBala.ru)

JAVA-ИГРЫ ПОЛИФОНΙΑ МЕЛОДИИ  
ОТКРЫТКИ ЦВЕТНЫЕ ЗАСТАВКИ КЛАССНЫЕ ЗВУКИ

Универсальный портал UserLine > Покупки > Доска объявлений

Союз Магазинов Супермаркет Союз магазинов **Опт** Супермаркет **Опт** Доска объявлений

Искать

**Рубрики** Рубрик 249

- Главная доска
- Автомобили и услуги
- Аудио, видео
- Бизнес, финансы
- Бытовая техника
- Знакомства
- Искусство, книги
- Интернет
- Компьютеры
- Медицина и здоровье
- Недвижимость
- Оборудование
- Продукты
- Прочее разное
- Работа
- Развлечения
- Связь
- Строительство, ремонт
- Сырье, материалы

**Доска объявлений для продавцов и покупателей!**

На торговой доске объявлений можно **бесплатно** размещать информацию о товарах и услугах, которые Вы хотите продать или купить. Объявления следует помещать в тематические рубрики. Просмотр объявлений не требует регистрации и доступен всем желающим. Размещать информацию могут только зарегистрированные участники системы. **Регистрация свободная и бесплатная.**

**Зарегистрируйтесь**

Объявления можно сортировать по смыслу: **Куплю, Продам, Бартер, Другое** или **Все**. Для нахождения информации по ключевому слову предусмотрен поиск в конкретной рубрике или по всей доске объявлений.

Изменить учетные данные > Подписаться на рассылку >

Объявлений 54421 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Куплю Продам Бартер Другое Все

Добавить объявление

Тема	Контакт	Дата
ЗАРПЛУСНИ.ru JAVA игры для мобильных телефонов		

Рисунок 1. Доска объявлений почтовой службы *Userline*

1.4. Зарегистрируйтесь как клиент доски объявлений.

1.5. Вернитесь на главную страницу доски объявлений, выберите две рубрики или более (рубрику *Бизнес, финансы* выберите обязательно) и прочитайте опубликованные объявления.

1.6. Одно из объявлений рубрики *Бизнес, финансы* скопируйте и поместите в тело электронного письма, которое будет позже направлено вами по адресу, указанному преподавателем.

Сформулируйте вывод о возможности использования бесплатной доски объявлений в вашем бизнесе (для покупок и продаж, оказания или получения услуг).

2. Знакомство с принципами работы аукциона *eBay*

- 2.1. Ознакомьтесь с информацией об аукционе *eBay*.
- 2.2. Перейдите на страницу *Русскоязычная инструкция по регистрации*. Ознакомьтесь с приведенным текстом.
- 2.3. Зайдите на главную страницу аукциона *eBay* (внешний ресурс, рис. 2):



Рисунок 2. Главная страница аукциона *eBay*

Ознакомьтесь с текущей ценой товаров, выставленных на продажу (рис. 3).

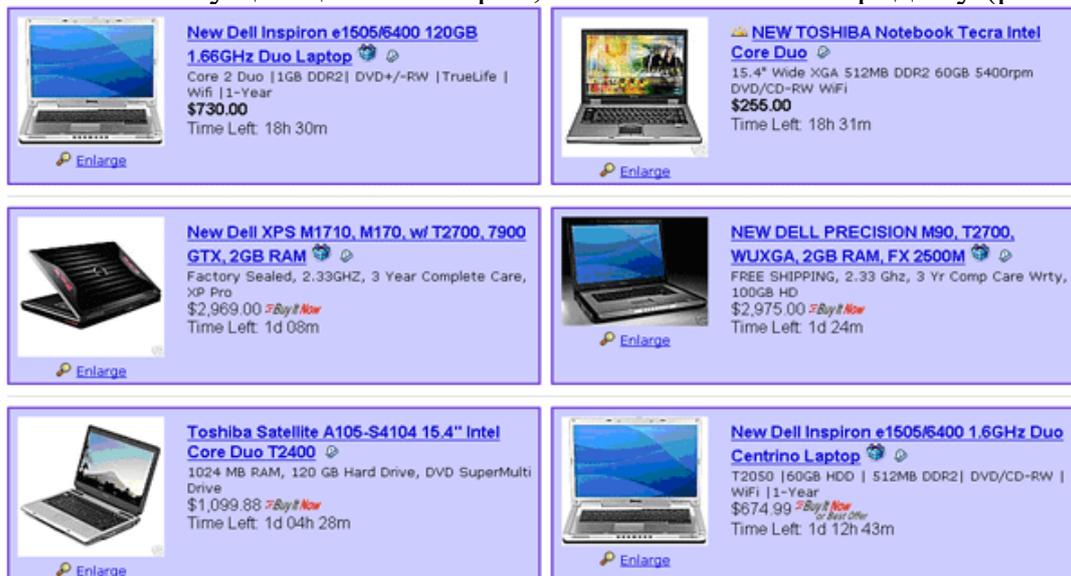


Рисунок 3. Лоты с ноутбуками, выставленными на продажу на аукционе *eBay*

2.4. Сформулируйте предварительные выводы о возможностях использования данного аукциона для покупки вами товаров, а также в вашем личном бизнесе или бизнесе компании.

3. Знакомство с принципами организации и особенностями работы Интернет-магазинов

3.1. Посетите торговую систему *Союз магазинов* почтовой службы *Userline*. Ознакомьтесь с описанием торговой системы *Союз магазинов*. Последовательно используйте гиперссылки *О Союзе магазинов* и *Принцип работы*.

3.2. Посетите любой из интересующих вас магазинов *Союза магазинов*. Выберите товар, который вы хотели бы «купить». Выполните последовательно все операции, связанные с покупкой этого товара (за исключением заключительной операции — «Заказать»). Скопируйте экран с предпоследней операцией по оформлению покупки, например такой (рис. 4):

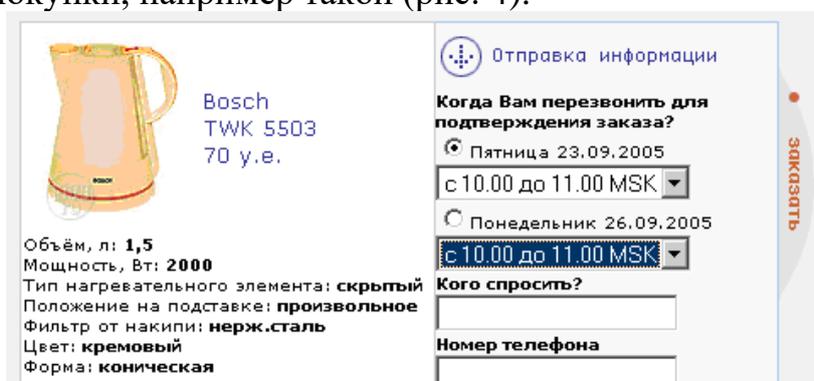


Рисунок 4. Копия экрана с предпоследней операцией по оформлению покупки

Поместите копию также в тело создаваемого электронного письма.

3.3. Ознакомьтесь со статусами заказов в Интернет-магазине на примере магазина *Озон* (внешний ресурс).

3.4. С главной страницы поисковой системы *Yandex* (внешний ресурс) по гиперссылке *Маркет* перейдите на страницу с каталогами Интернет-магазинов (рис. 5).

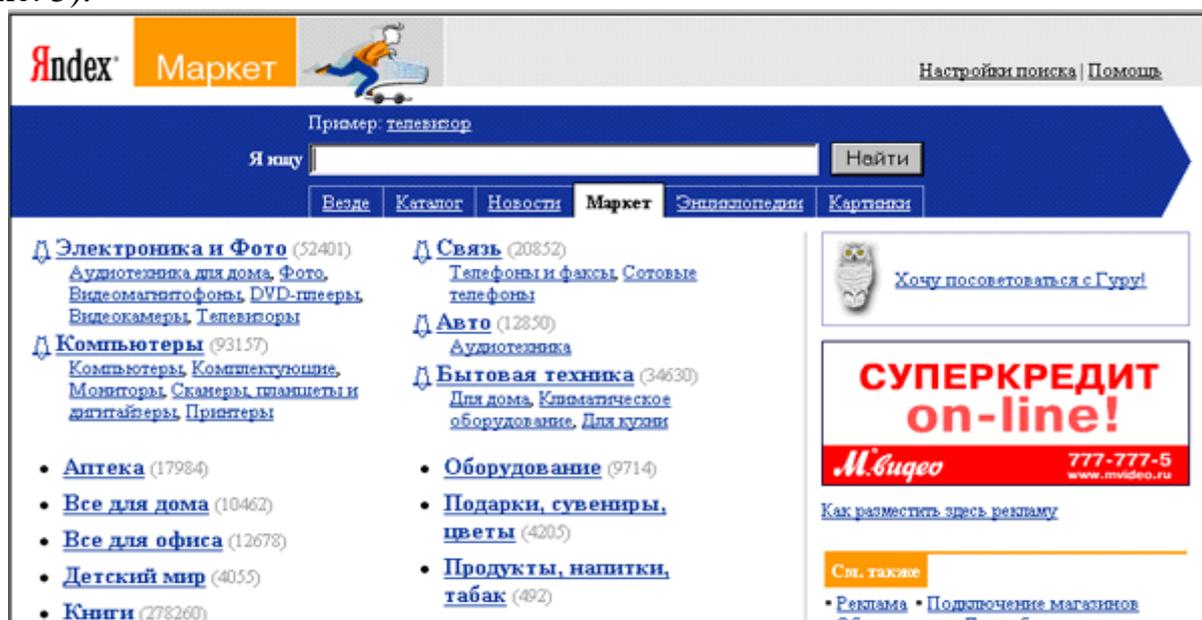


Рисунок 5. Страница с перечнем каталогов Интернет-магазинов

3.5. «Зайдите» в один из Интернет-магазинов и совершите виртуальную прогулку по этому магазину. Посмотрите, как оформлена его витрина, обратите внимание на особенности работы магазина при покупке отобранного вами товара.

Сравните процедуры покупки товара в магазинах поисковой системы *Yandex* и торговой системы *Союз магазинов*. Сформулируйте выводы.

3.6. Ознакомьтесь с сервисом сетевой экономики — *Навигатором по электронной коммерции* (рис. 6). Используйте кнопки «Где купить», «Куда сходить», «Как платить».

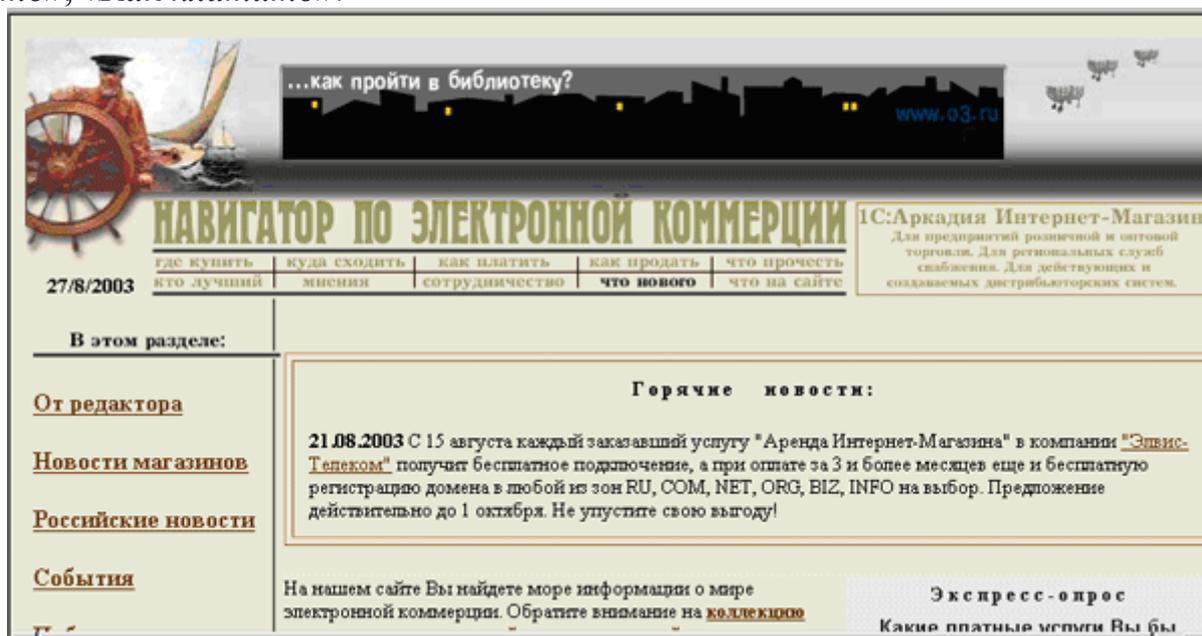


Рисунок 6. Навигатор по электронной коммерции

Ознакомьтесь с описанием российских платежных систем, используемых в качестве одного из основных инструментариев сетевой экономики. Обратите внимание на платежную систему *Киберплат*.

3.7. Скопируйте резюме любой платежной системы, вставьте его в тело создаваемого электронного письма. В окне «Тема:» электронного письма приведите свою фамилию и отправьте письмо по адресу, указанному преподавателем.

## Практическая работа №2. Интернет вещей

**Цель работы:** получение навыков установки на компьютере *Интернет.Кошелек* (по технологии *PayCash*) и работы с ним, знакомство с используемыми в кошельке информационными сервисами, а также с торговым рядом, подключенным к кошельку.

### Задание на работу:

1. Выполните установку *Интернет.Кошелек* (кошелек) в вашей персональной папке.
2. Пополните кошелек деньгами по технологии перевода денег со счета на счет.
3. Ознакомьтесь с основными информационными сервисами кошелька.

4. Познакомьтесь с особенностями торгового ряда сети Интернет, связанного с кошельком.

### Технология выполнения работы

1. Установка *Интернет.Кошелек* платежной системы *Яндекс.Деньги*

1.1. Ознакомьтесь с краткой информацией о компании *PayCash*.

1.2. Установите *Интернет.Кошелек* (внешний ресурс) на компьютер. Используйте для этого самораспаковывающийся файл *iWalletSetup\_corr*s (Файл *iWalletSetup\_corr*s скопируйте в свою папку из папки *Free\_access* на «рс1»(X:)\Цифровая экономика).

В ходе диалога:

1) снимите галочки в окнах (рис. 7):

- создать группу в меню программ,
- добавить ярлык кошелька на панель быстрого доступа;

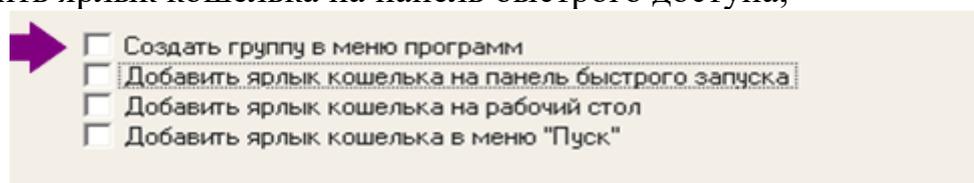


Рисунок 7. Окно ресурса управления запуском кошелька

2) задайте полный путь к кошельку, который разместите в специально созданной папке *iWallet* в вашей персональной папке:

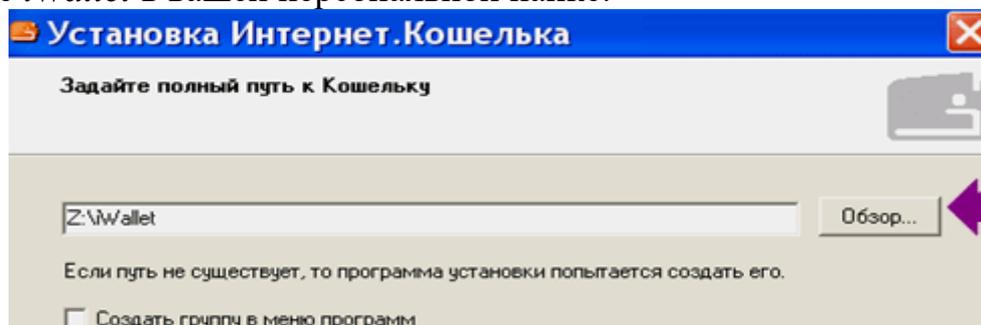


Рисунок 8. Задание пути к папке *iWallet* для установки кошелька

3) счет откройте в *Процессинговом центре* (*Экомбанке* — *Банке электронной коммерции*). Наблюдайте результат — созданный *Интернет.Кошелек* (рис. 9).

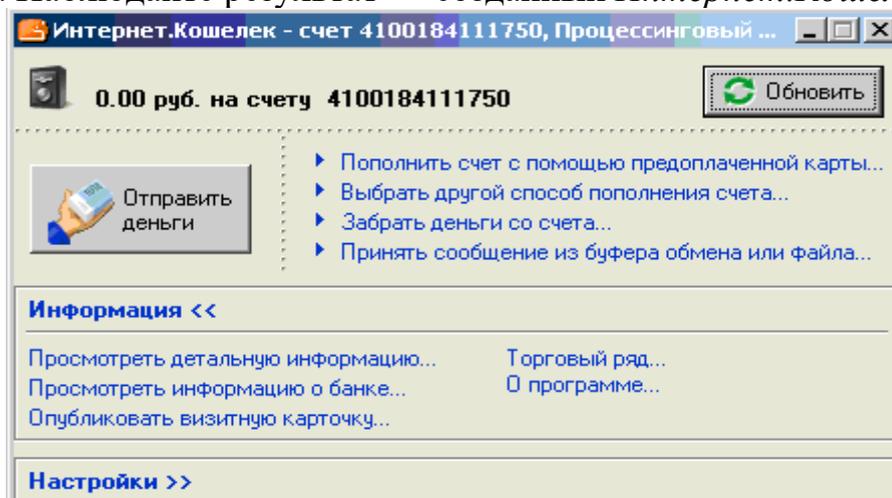


Рисунок 9. Внешний вид *Интернет.Кошелек*

## 2. Пополнение кошелька деньгами

Пополните кошелек деньгами по технологии перевода денег со счета на счет. Номер вашего счета отправителю денег направьте с помощью визитной карточки кошелька.

### 2.1. Создайте визитную карточку кошелька.

Для этого щелкните по гиперссылке кошелька «*Опубликовать визитную карточку...*» (рис. 10), укажите свои персональные данные, включая адрес электронной почты, сохраните заданный по умолчанию способ публикации — *Для отправки по электронной почте*;

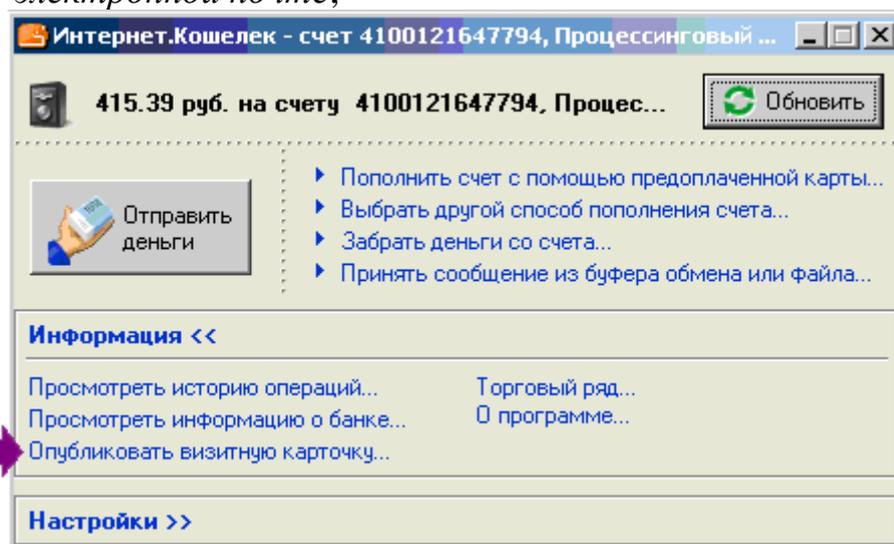


Рисунок 10. Гиперссылка кошелька «*Опубликовать визитную карточку...*»

**Внимание:** результатом создания визитной карточки на данном этапе работы является информационный массив, расположенный в буфере компьютера и внешне не наблюдаемый.

2.2. Отправьте созданную визитную карточку по электронной почте получателю вашей визитной карточки — другому студенту из вашей подгруппы — отправителю денег.

Для этого:

- 1) вставьте информационный массив из буфера компьютера в тело электронного письма (обратите внимание на две части текста: незакодированную, содержащую сведения о письме и технологии работы с ним, и закодированную — визитную карточку кошелька);
- 2) отправьте по e-mail из вашего почтового ящика письмо, содержащее закодированную визитную карточку кошелька, студенту — отправителю денег из своего кошелька в ваш кошелек.

2.3. Получите визитную карточку кошелька, в который вы планируете перевести деньги из своего кошелька.

Для этого:

- 1) получите по электронной почте письмо с визитной карточкой кошелька;
- 2) скопируйте в буфер письмо с визитной карточкой кошелька;
- 3) декодируйте визитную карточку кошелька — получателя денег с помощью вашего кошелька, используя команду «*Принять сообщение из буфера обмена или файла...*».

Наблюдайте результат (рис. 11):

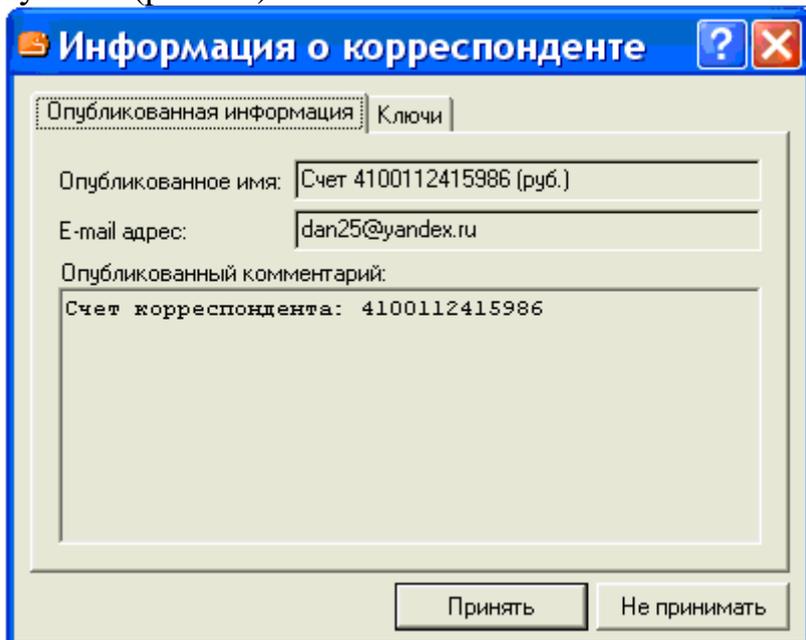


Рисунок 11. Визитная карточка кошелька

2.4. Отправьте из своего кошелька некоторую сумму на счет кошелька — получателя вашего платежа. Щелкните для этого по кнопке кошелька «Отправить деньги» (рис. 12).

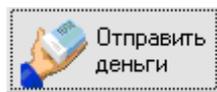


Рисунок 12. Кнопка кошелька «Отправить деньги»

2.5. Выполните действия, связанные с отправкой денег. Имя получателя и номер счета введите, щелкнув по строке корреспондента в окне Список корреспондентов (рис. 13).

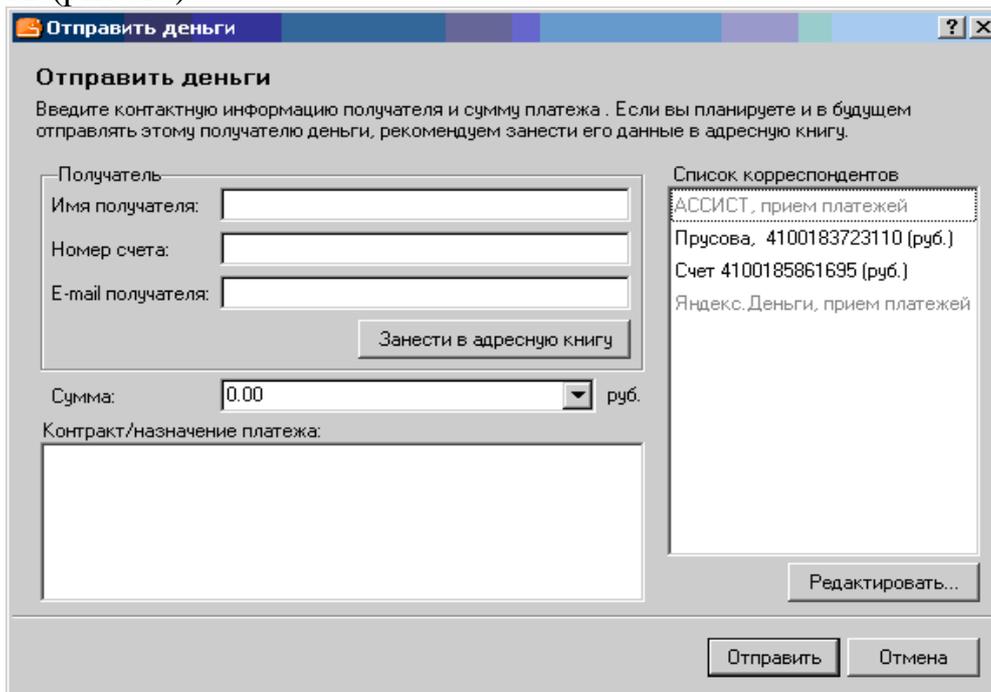


Рисунок 13. Диалоговое окно «Отправить деньги»

### 3. Знакомство с информационными сервисами кошелька

3.1. Щелкните по гиперссылкам кошелька «*Информация «/Посмотреть детальную информацию...»*», а затем последовательно по кнопкам «*Платежи*» (рис. 14) и «*Зачисления*»:

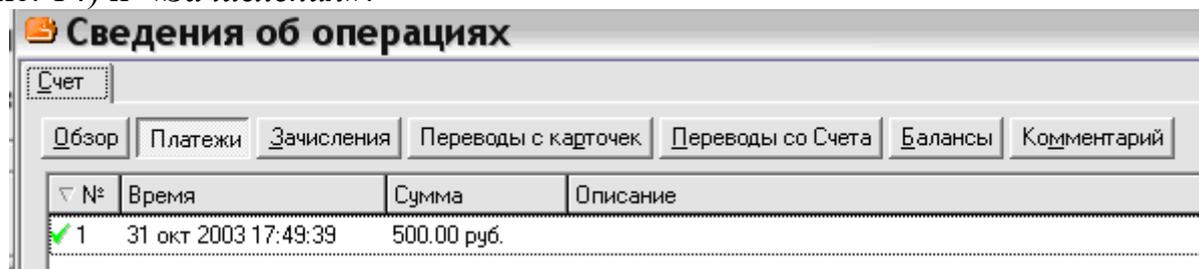


Рисунок 14 . Закладка «*Платежи*» формы «*Сведения об операциях*»

Ознакомьтесь с приведенными текстами.

3.2. Двойным щелчком по строке платежа или с помощью контекстного меню откройте форму «*Сведения об исходящем платеже со счета*» (рис. 15) и щелкните последовательно по закладкам «*Получатель*» и «*Контракт*».

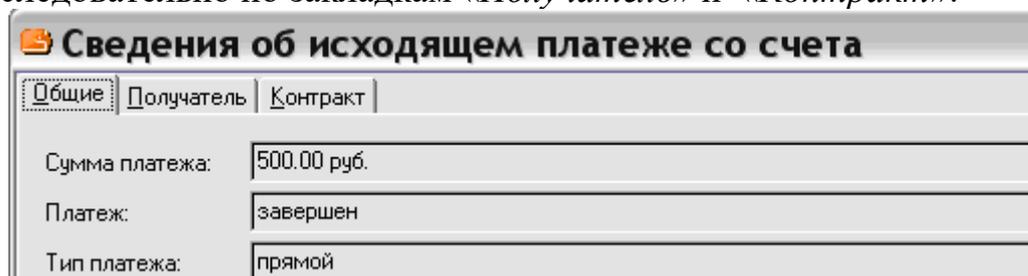


Рисунок 15. Форма «*Сведения об исходящем платеже со счета*»

Наблюдайте полученные результаты.

### 4. Знакомство с торговым рядом кошелька

Посетите торговый ряд кошелька (гиперссылка из кошелька «*Торговый ряд...»*). Сравните возможности данного торгового ряда и сети Интернет-магазинов платежной системы *Webmoney*.

## **Практическая работа №3. Платформы цифровой экономики**

**Цель работы:** установка на компьютере *Яндекс.Кошелек*, получение навыков работы с кошельком, знакомство с используемыми в системе сервисами общего назначения, знакомство с технологией *PayCash*.

**Задание на работу:**

1. Установите на компьютере *Яндекс.Кошелек* (кошелек).
2. Выполните операции пополнения кошелька и перевода денег в другой кошелек.
3. Ознакомьтесь с основными сервисными функциями кошелька.
4. Ознакомьтесь с описанием и возможностями платежной системы *Яндекс.Деньги*.
5. Ознакомьтесь с назначением и описанием технологии *PayCash*.

### **Технология выполнения работы**

1. Установка кошелька платежной системы *Яндекс.Деньги*

1.1. По гиперссылке «*Активировать кошелек* (внешний ресурс)» главной страницы платежной системы *Яндекс.Деньги* выполните операции, связанные с установкой кошелька на сайте системы.

Наблюдайте результат (рис.16).

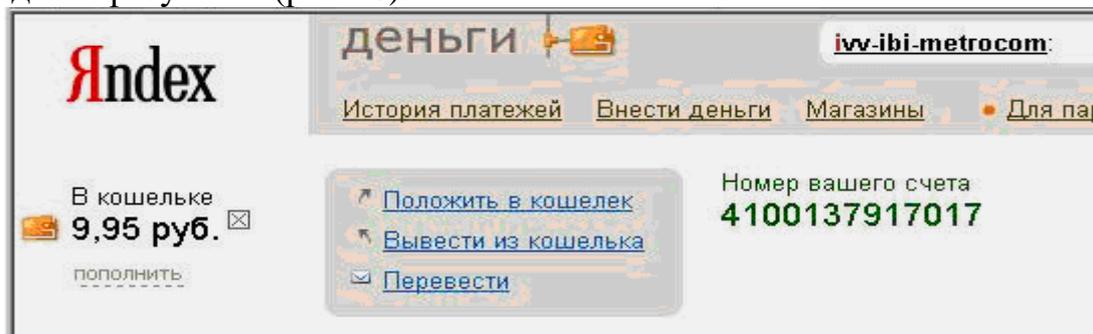


Рисунок 16. Фрагмент установленного кошелька

1.2. Пополните свой кошелек деньгами.

Используйте для этого ваш *Интернет.Кошелек*, установленный на компьютере в практической работе №2.

1.3. Отправьте из своего *Яндекс.Кошелька* некоторую сумму на счет другого студента — получателя вашего платежа.

Заполните для этого форму (рис. 17), вызываемую из кошелька по гиперссылке «*Перевести*».

Рисунок 17. Форма кошелька для перевода денег

1.4. Предложите кому-либо из студентов перевести из его *Яндекс.Кошелька* в ваш кошелек некоторую денежную сумму.

2. Знакомство с сервисными функциями кошелька

2.1. Щелкните по гиперссылке кошелька «*История платежей*».

Ознакомьтесь с приведенными на странице «История платежей» текстами (рис. 18). Обратите внимание на все заголовки таблицы, содержащей сведения об истории платежей.

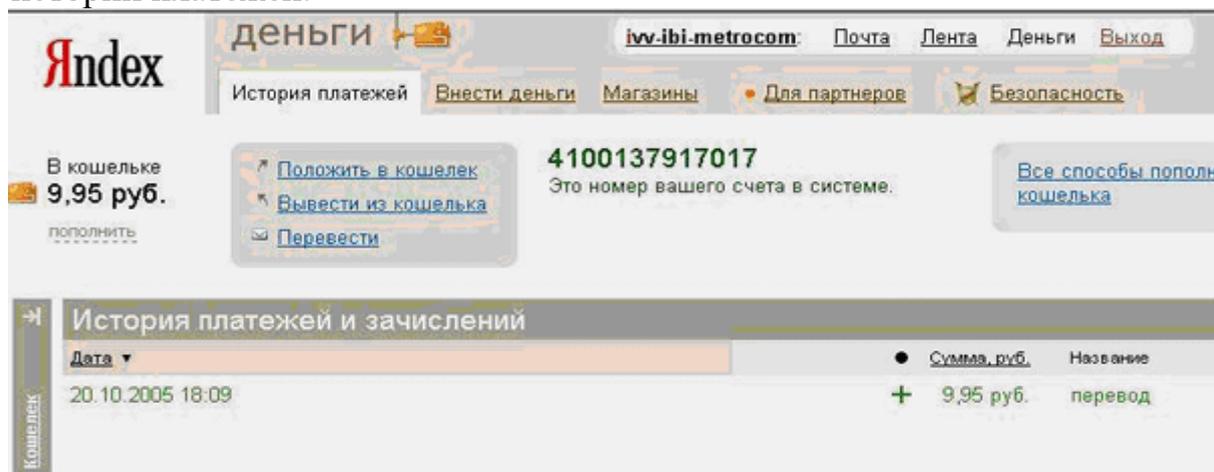


Рисунок 18. Страница кошелька «История платежей»

2.2. Посетите страницу «Для партнеров». Для этого щелкните по одноименной гиперссылке кошелька. Оцените возможности кошелька, связанные с обеспечением бизнес-деятельности партнеров платежной системы *Яндекс.Деньги*, реализуемые через *Яндекс.Кошелек*.

3. Описание и основные возможности платежной системы *Яндекс.Деньги*

3.1. Посетите главную страницу платежной системы, щелкнув по гиперссылке «*Яндекс.Деньги* (внешний ресурс)» или «*Главная* (внутренний ресурс)». Ознакомьтесь с ее содержанием. Обратите внимание на перечень операторов мобильной связи в вашем городе, услуги которых можно оплатить с использованием системы *Яндекс.Деньги* прямым переводом денег из кошелька в кошелек.

3.2. Ознакомьтесь с общей характеристикой системы *Яндекс.Деньги*, щелкнув по гиперссылке «*Почитать здесь* (внешний ресурс)», или «*Что такое Яндекс.Деньги?* (внутренний ресурс)», или «*Что это такое* (внутренний ресурс)».

3.3. Перейдите на страницу, содержащую информацию о проекте *Яндекс.Деньги* (гиперссылка «*Как использовать*»). Ознакомьтесь с приведенным текстом. Обратите внимание на описание схемы работы системы *Яндекс.Деньги*.

3.4. Посетите страницы, содержащие *Соглашение об использовании системы Яндекс.Деньги* (на технологии *PayCash*) и *Лицензионное соглашение*. Ознакомьтесь с текстами соглашений. Ответьте на вопрос: «На каких условиях пользователь может расторгнуть договор?»

3.5. По гиперссылке «*Вопросы и ответы* (внешний ресурс)» или «*Вопросы* (внутренний ресурс)» получите ответы на следующие вопросы:

- Где конкретно лежат мои деньги?
- Какая комиссия взимается за операции с *Яндекс.Деньгами*?
- Как система *Яндекс.Деньги* защищена от мошенников?
- Какая валюта используется в системе *Яндекс.Деньги*?
- Есть ли у меня счет или только кошелек?

3.6. По гиперссылке «*Магазины* (внешний ресурс)» или «*Магазины* (внутренний ресурс)» посетите страницу системы, содержащую гиперссылки на сеть

Интернет-магазинов, поддерживающих оплату товаров и услуг в системе *Яндекс.Деньги*. Обратите внимание на тематический перечень гиперссылок. Для более детального знакомства выберите:

1) одну услугу — оплата мобильных телефонов (гиперссылки «*Мобильная связь*» и «*Оплата мобильных телефонов*»). Ответьте на вопрос: «Для какой тарифной платформы нельзя осуществить прямое пополнение лицевого счета?»

2) какой-либо Интернет-магазин. Обратите внимание на наличие скидок. Поместите здесь копию соответствующего экрана:

4. Технология *PayCash* и платежные системы на ее основе

4.1. Ознакомьтесь с общим описанием платежной системы *PayCash* и *Платежной технологии*. Ответьте на вопрос: «Что такое цифровая наличность (цифровые деньги, электронные деньги)?»

4.2. Ознакомьтесь с перечнем и описанием патентов, лицензий и наград системы *PayCash*.

4.3. Ознакомьтесь с некоторыми публикациями о системе *PayCash*. Используйте для этого соответствующие гиперссылки.

4.4. Посетите страницу ежедневной деловой газеты «*Бизнес*». Поместите здесь фрагмент статьи А. Голициной «Виртуальная кубышка», наиболее, с вашей точки зрения, соответствующий теме данной практической работы.

4.5. Ознакомьтесь со списком и назначением *форумов* платежной системы *PayCash*, технологией создания *нового сообщения*, *примером* сообщения.

4.6. Получите представление о местоположении головного офиса компании «*PayCash*».

#### **Практическая работа №4. Использование цифровой подписи и шифрования электронных сообщений**

**Цель работы:** Освоить технологию шифрования и дешифрования информации в среде электронной таблицы с использованием шифра Цезаря.

Шифр Цезаря является частным случаем шифра простой замены (одноалфавитной подстановки). Свое название этот шифр получил по имени римского императора Гая Юлия Цезаря, который использовал этот шифр при переписке. При шифровании исходного текста каждая буква заменяется другой буквой того же алфавита по следующему правилу. Заменяющая буква определяется путем смещения по алфавиту к концу от исходной буквы на  $k$  букв. При достижении конца алфавита выполняется циклический переход к его началу.

Например: пусть  $A$  – используемый алфавит:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_m, \dots, a_N\},$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_m, \dots, a_N$  – символы алфавита;  $N$  ширина алфавита.

Пусть  $k$  – число позиций сдвига символов алфавита при шифровании,  $0 < k < N$ . При шифровании каждый символ алфавита с номером  $m$  из кодируемого текста заменяется на символ этого же алфавита с номером  $m+k$ . Если  $m+k > N$ , номер символа в алфавите  $A$  определяется как  $m+k-N$ .

Для дешифрования текстовой информации номер позиции символа восстанавливаемого текста определяется как  $m-k$ . Если  $m-k < 0$ , то вычисление этого номера производится как  $m-k+N$ .

Достоинством этой системы является простота шифрования и дешифрования. К недостаткам системы Цезаря следует отнести:

- подстановки, выполняемые в соответствии с системой Цезаря, не маскируют частот появления различных букв исходного и открытого текста;
- сохраняется алфавитный порядок в последовательности заменяющих букв;
- при изменении значения  $k$  изменяются только начальные позиции такой последовательности;
- число возможных ключей  $k$  мало;
- шифр Цезаря легко вскрывается на основе анализа частот появления букв в шифре.

### Порядок выполнения работы

1. Войти в среду электронной таблицы. Создать новый документ, перейти на второй лист этого документа. Начиная с ячейки A1 до A40 набрать алфавит, как показано на рис. 19.

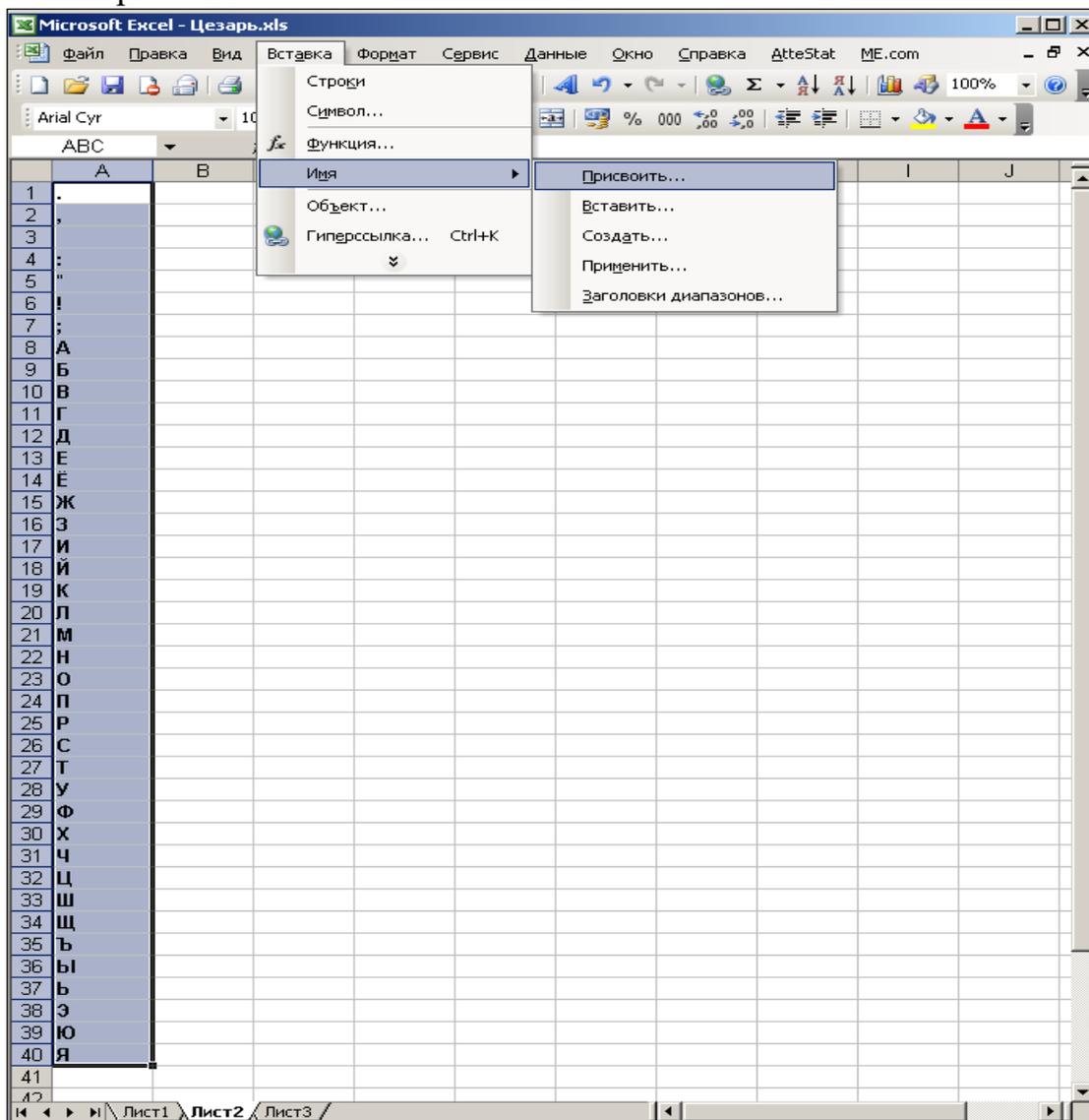


Рисунок 19. Алфавит символов шифра Цезаря

Выделить весь диапазон алфавита и назначить ему имя “ABC” командой Вставка→ Имя→ Присвоить (см. рис. 20).

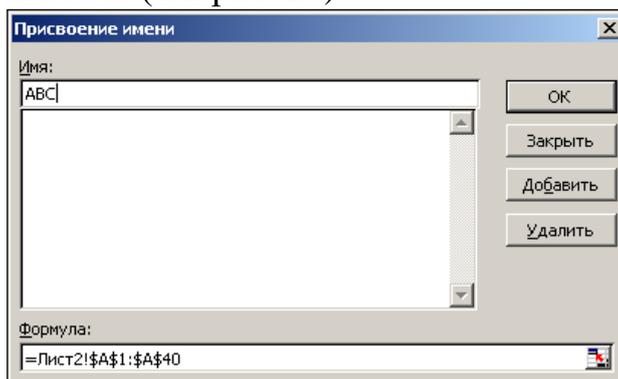
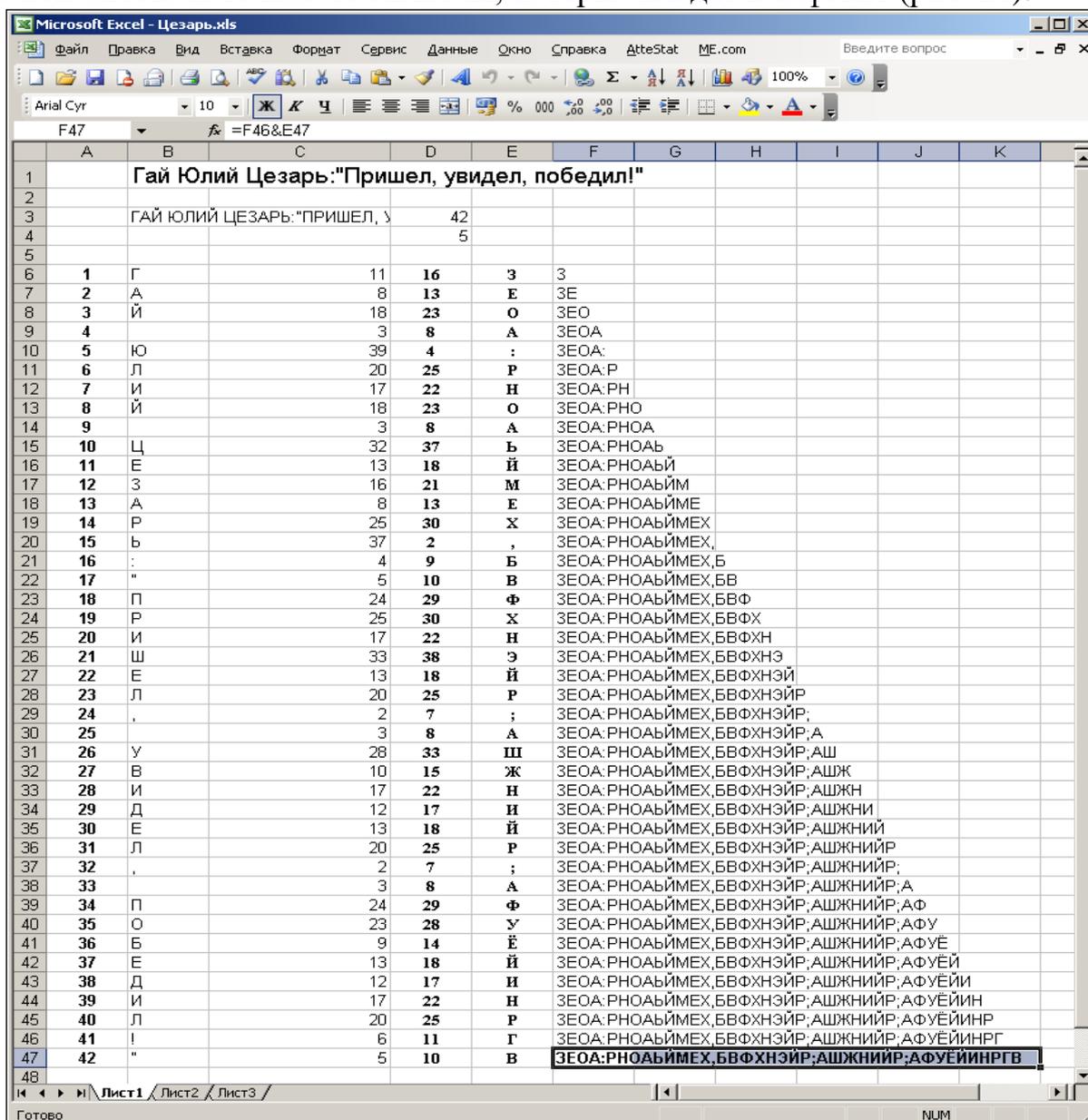


Рисунок 20. Диалоговое окно «Присвоение имени диапазону»

2. На первом листе документа в ячейке В1 набрать текст, который необходимо зашифровать: Гай Юлий Цезарь: «Пришел, увидел, победил!» При наборе текста использовать только те символы, которые входят в алфавит (рис. 21).



### Рисунок 21. Документ шифрования

3. В ячейке В3 записать формулу «=ПРОПИСН(В1)», функция ПРОПИСН переводит буквенные символы в строке в прописные буквы.
4. В ячейке D3 записать формулу «=ДЛСТР(В3)», функция ДЛСТР позволяет определить длину строки, что необходимо пользователю, для кодировки исходной строки.
5. В ячейку D4 записать значение сдвига k, например, 5.
6. В столбце А, начиная с ячейки А6, пронумеровать ячейки числами последовательного ряда от 1 до N, где N – число символов в тексте, включая пробелы. Значение N рассчитано в ячейке D3 и в нашем случае равно 42.
7. В ячейку В6, записать формулу “=ПСТР(В\$3;А6;1)”, которая разделяет кодируемый текст на отдельные символы. Скопировать её в ячейки В7-В47.
8. В ячейку С6 записать формулу “=ПОИСКПОЗ(В6;АВС;0)”. Функция ПОИСКПОЗ из категории «Полный алфавитный перечень» производит поиск индекса (номера позиции) символа в массиве АВС, который был определен на листе 2. Скопировать содержимое ячейки С6 в ячейки С7-С47.
9. Получив номер символа в алфавите АВС, произвести сдвиг нумерации алфавита для кодируемой последовательности символов. В ячейку D6 записать формулу:  
“=ЕСЛИ(ПОИСКПОЗ(В6;АВС;0)+\$D\$4>40;ПОИСКПОЗ(В6;АВС;0)+\$D\$4-40;ПОИСКПОЗ(В6;АВС;0)+\$D\$4)”.

Эта формула производит сдвиг номеров символов алфавита на величину k и определяет номер заменяющего символа из алфавита АВС. Содержимое D6 скопировать в область D7-D47.

10. Выбрать символы из алфавита АВС в соответствии с новыми номерами. В ячейку E6 записать формулу “=ИНДЕКС(АВС;D6)”. Скопировать содержимое ячейки E6 в область E7-E47.

11. Для получения строки закодированного текста необходимо в ячейку F6 записать “=E6”, в ячейку F7 соответственно – “=F6&E7”. Далее скопировать содержимое ячейки F7, в область F8-F47. В ячейке F47 прочитать зашифрованный текст.

12. Для проверки шифрования произвести дешифрование полученного текста и сравнить его с исходным. На третьем листе выполнить дешифрование аналогично пунктам 2-11 практической работы. При этом необходимо учесть следующие особенности:

в п. 2 набрать зашифрованный текст:

**ЗЕОА:РНОАЬМЕХ,БВФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУЁЙИНРГВ**

в п. 9 в ячейку D6 записать формулу:

=ЕСЛИ(ПОИСКПОЗ(В6;АВС;0)-\$D\$4<0;ПОИСКПОЗ(В6;АВС;0)-\$D\$4+40;ПОИСКПОЗ(В6;АВС;0)-\$D\$4).

Получение исходного текста в ячейке F47 третьей страницы свидетельствует о корректном выполнении практической работы.

## Раздел 3. Организационные основы и структура цифровой экономики

### Вопросы для устного опроса

1. Формирование новых рынков цифровой экономики.
2. Социально-этические аспекты цифровой экономики
3. Сущность и определение цифровой платформы
4. Бизнес на базе платформ. Отраслевые платформы.
5. Платформенные технологии. Преимущества платформ.
6. Признаки платформ и платформенное мышление. Участники и основные элементы платформ.
7. Подходы к формированию бизнес-модели.
8. Принципы функционирования бизнеса в экономике платформ
9. Особенности управления бизнесом в цифровой экономике.
10. Стратегии цифровой компании.

### Практическая работа №5. Применение современных информационных и коммуникационных технологий в профессиональной деятельности

**Цель работы:** знакомство с вариантами подключения Интернет-магазина к платежной системе *Яндекс.Деньги*.

Задание на работу:

1. Ознакомьтесь с финансовыми характеристиками вариантов подключения Интернет-магазина к системе *Яндекс.Деньги*.
2. Ознакомьтесь с техническими схемами подключения Интернет-магазина к системе *Яндекс.Деньги*.
3. Ознакомьтесь с рекомендациями по обеспечению безопасности Интернет-магазина.

#### Технология выполнения работы

1. Знакомство с финансовыми характеристиками вариантов подключения Интернет-магазина к системе *Яндекс.Деньги*

1.1. Посетите раздел *Для партнеров* системы *Яндекс.Деньги*. Прочитайте появившийся на странице текст.

Обратите внимание на следующее утверждение:

«Проект *Яндекс.Деньги* поможет вам превратить простую Интернет-витрину в полнофункциональный магазин со всеми необходимыми атрибутами».

1.2. По гиперссылке «*Для магазинов*» перейдите к странице, представляющей исходные финансовые характеристики вариантов подключения Интернет-магазина к системе *Яндекс.Деньги*.

Ознакомьтесь с текстами, характеризующими варианты подключения: *Прямой платеж на счет; Центр приема платежей; Ваш магазин на нашем сервере*.

Ответьте на следующие вопросы:

— Какова суммарная комиссия при использовании схемы подключения «Прямой платеж на счет» (агентский договор)?

— Какова суммарная комиссия при использовании схемы подключения «Центр приема платежей»?

— Как вы понимаете термин «транзакционная комиссия»?

— Что понимается под «Комиссией при возврате денег из системы»?

2. Знакомство с техническими схемами подключения Интернет-магазина к платежной системе *Яндекс.Деньги*

2.1. По гиперссылке «*Технические схемы подключения*» перейдите к странице, представляющей описание схем подключения Интернет-магазина к системе *Яндекс.Деньги*.

Обратите внимание на назначение, преимущества и недостатки различных схем подключения Интернет-магазинов.

2.2. По гиперссылке «*Прямой платеж на счет*» перейдите к странице с описанием принципа работы магазина «*через Прямой платеж на счет*». Ответьте на вопрос: Соответствует ли показанный на рис. 22 вариант подключения платежной системы к Интернет-магазину по схеме *Прямой платеж на счет*?



Рисунок 22. К схеме работы магазина *через Прямой платеж на счет*

2.3. Ознакомьтесь с принципами организации работы магазина через *Центр приема платежей*: «Данная схема подключения в наибольшей степени подходит тем, кто не желает полностью модернизировать свой магазин. Вместо этого кошелек устанавливается на сервере *Центра приема платежей* системы *Яндекс.Деньги*, а на страницах магазина размещается только платежная web-форма. Таким образом, магазин выступает в роли витрины, показывающей клиенту товары и собирающей данные для отправки в *Центр приема платежей*. ЦПП принимает платежи в кошелек, связанный с магазином, и электронным сообщением уведомляет о проведенных операциях. Кроме того, вся информация о прошедших платежах помещается на специальную web-страничку с ограниченным доступом. В дальнейшем вся накопленная сумма может быть легко переведена на любой банковский счет в российском банке.

Как видно, для подключения по данному варианту необходимы незначительные изменения в Интернет-магазине, которые можно сделать без привлечения специалистов.

Комиссионные выплаты за использование платежной системы *Яндекс.Деньги* при работе по данной схеме составляют:

- 1% из перечисленных магазину средств снимается платежной системой в момент платежа,
- 1% снимается в момент перечисления денег магазину по договору об использовании Центра приема платежей.
- Итого 2% средств, полученных магазином от продаж через Интернет.

Работа с Интернет-магазином ведется на основании *Агентского договора о приеме платежей* в пользу Интернет-магазина и *Соглашения о признании аналога собственноручной подписи*.

Следует обратить внимание, что схема ЦПП, так же как и прямой платеж на счет, не подходит для продаж виртуальных товаров или услуг с немедленной доставкой, например программного обеспечения, контента и т.п. Это связано с тем, что продавец узнает о проведенном платеже с некоторой задержкой. Ответьте на вопрос: «Соответствует ли показанная на рис. 23 схема технологии работы магазина через *Центр приема платежей*?»

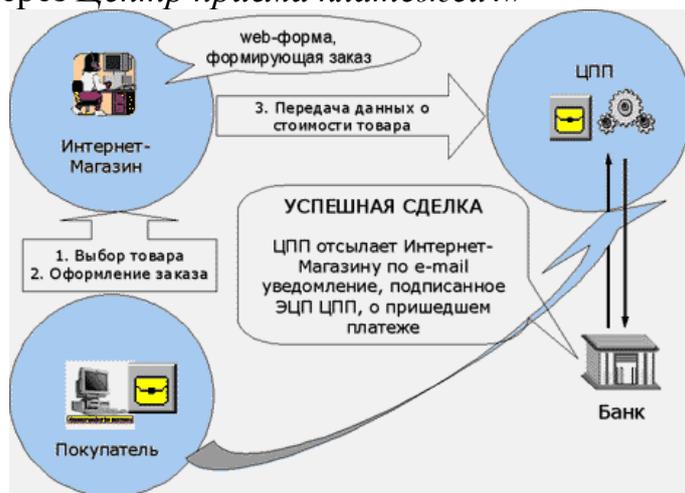


Рисунок 23. К схеме работы магазина через *Центр приема платежей*

2.4. По гиперссылке «*Ваш магазин на нашем сервере*» (на web-сайте компании *Яндекс.Деньги*) перейдите к странице с описанием принципа организации магазина на сервере платежной системы *Яндекс.Деньги*. Ответьте на вопрос: «Соответствует ли показанная на рис. 24 схема технологии *Ваш магазин на нашем сервере*?»

2.5. Ознакомьтесь со схемой организации работы Интернет-магазина посредством кошелька-кассы. Для этого изучите текстовую и графическую информацию, приведенную на первом и втором слайдах открывшейся презентации.

Если далее из *Яндекс.Кошелька* щелкнуть по гиперссылке «*Перевести*», то вы будете наблюдать следующий результат (рис. 25).

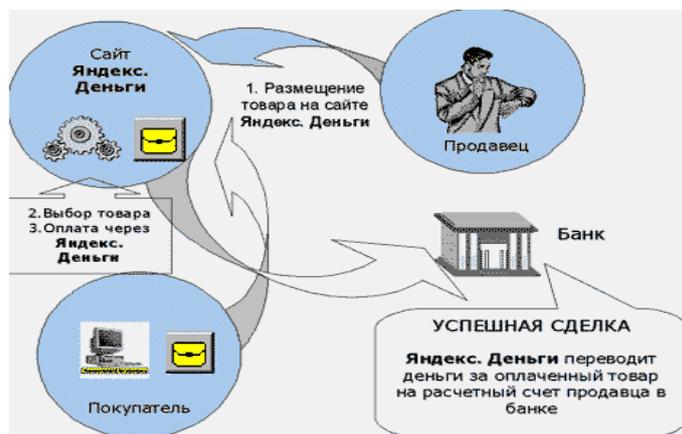


Рисунок 24. К схеме работы магазина через *Ваш магазин на нашем сервере*

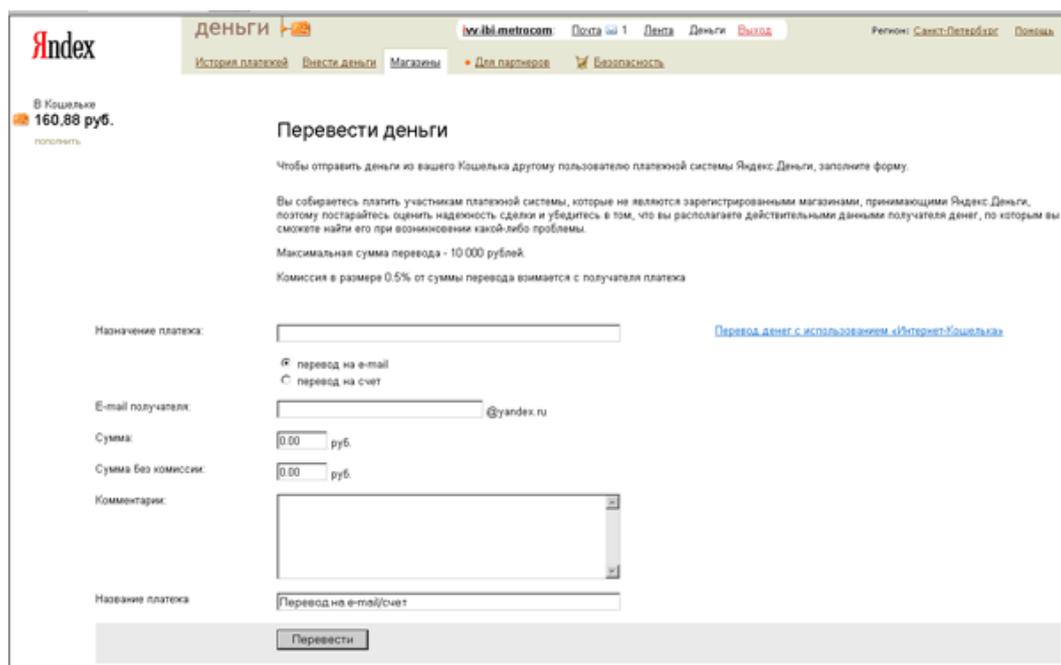


Рисунок 25. Страница *Перевести деньги* платежной системы *Яндекс.Деньги*

На основании наблюдаемого результата и представления о процедуре организации работы Интернет-магазина посредством *Кошелек-кассы* сделайте вывод о соответствии схемы, показанной на рис. 26, технологии *Перевести из Интернет.Кошелька*.

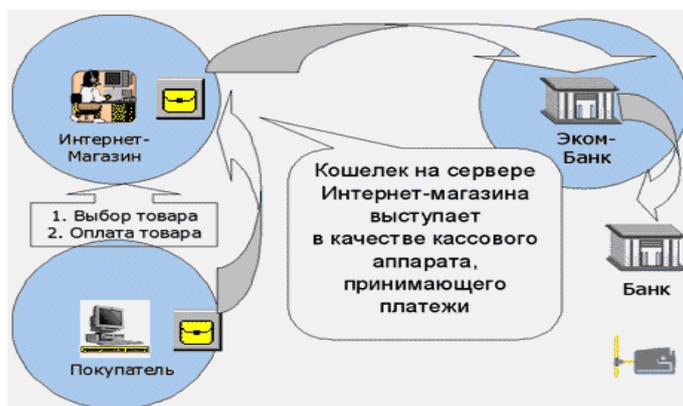


Рисунок 26. К оценке соответствия схем работы магазина через *Кошелек-кассу* и по технологии *Перевести из Интернет.Кошелька*

### 3. Знакомство с рекомендациями по обеспечению безопасности Интернет-магазина

Ознакомьтесь с разделом *Безопасность*.

Чем вы объясните следующую рекомендацию авторов системы *Яндекс.Деньги*: В случае, если по соображениям безопасности вы не можете использовать *Яндекс.Деньги* через web-интерфейс на сайте *money.yandex.ru*, воспользуйтесь программой *Интернет.Кошелек*?

Примечание: Скопируйте сюда наиболее понравившуюся вам рекомендацию или утверждение авторов из раздела «Безопасность»:

## **Практическая работа №6. Решение проблем цифровой безопасности**

### *1. Получение цифрового сертификата*

1.1. Заведите почтовый ящик на сервере **TUT.BY** или любом другом бесплатном сервере (или используйте уже существующий ящик).

1.2. Перейдите по адресу – <http://www.instantssl.com/>.

1.3. Перейдите по ссылке «**Free Secure Email Certificates**».

1.4. Нажмите кнопку и заполните анкету.

1.5. После заполнения анкеты Вам будет выслано сообщение с дальнейшими инструкциями.

1.6. Установите сгенерированный сертификат.

### *2. Конфигурирование почтового клиента*

2.1. В почтовом клиенте **MS Outlook Express** (или любом другом клиенте, поддерживающем S/MIME), добавьте учетную запись Вашего почтового ящика (команда **Tools->Accounts...->Mail ->Add ->Mail**) и сконфигурируйте ее.

▪ Для почтовых ящиков сервера **TUT.BY** адреса серверов входящей и исходящей почты совпадают – **mail.tut.by**.

▪ В качестве номера порта исходящей почты необходимо установить **25**.

2.2. После конфигурирования Вашей учетной записи проверьте ее работоспособность: отправьте и получите почту.

2.3. В свойствах учетной записи на закладке **Security** выберите в качестве сертификата для цифровой подписи и шифрования полученный Вами сертификат от **instantssl.com**.

2.4. В качестве алгоритма шифрования установите **3DES**.

### *3. Отправление завершенного цифровой подписью сообщения*

3.1. Создайте новое сообщение с заголовком **Certificate**, адресом получателя и текстом, содержащим фамилию и группу отправителя.

3.2. Заверьте сообщение Вашей цифровой подписью (команда **Tools->Digitally Sign**) и отправьте.

### *4. Получение и отправление зашифрованного сообщения*

4.1. В ответ на Ваше сообщение придет ответ, заверенный цифровой подписью адреса и зашифрованный с помощью Вашего открытого ключа из сертификата.

4.2. Ответ будет содержать кодовое слово.

4.3. Напишите ответ, содержащий следующую информацию: фамилия и имя отправителя, группа и кодовое слово.

4.4. Заверьте Ваше сообщение Вашей цифровой подписью, зашифруйте с помощью открытого ключа из сертификата адреса (команда **Tools->Encrypt**) и отправьте по предыдущему адресу.

## **Раздел 4. Функции государства и правовое обеспечение цифровой экономики**

### ***Вопросы для устного опроса***

1. Цели и задачи нормативно - правового регулирования цифровой экономики
2. Теоретические аспекты нормативного регулирования цифровой экономики в экономической и юридической науке.
3. Общая характеристика и особенности практики нормативного регулирования цифровой экономики в России.
4. Новые нормативные акты по регулированию цифровой экономики.
5. Технологии цифровой экономики в стратегических документах России.
6. Правовая безопасность Российской Федерации в эпоху цифровой экономики.
7. Международное право цифровой экономики и практика его применения в России и для субъектов права Российской Федерации за рубежом.
8. Стратегические и тактические вопросы правового регулирования цифровой экономики.
9. Стратегии развития информационного общества и программа «Цифровая экономика Российской Федерации»
10. Информационная и коммуникационная инфраструктура государства

### ***Практическая работа №7. Информационная и коммуникационная инфраструктура государства***

**Цель работы.** Изучение функциональных возможностей электронного правительства; изучение информационной технологии регистрации на портале ГОСУСЛУГИ

Задание на работу:

1. Изучить назначение и функциональные возможности электронного правительства;
2. Изучить перечень сервисов на сайтах электронных услуг;
3. Изучить информационную технологию регистрации на сайте <http://www.gosuslugi.ru>;
4. Выполнить задания к практической работе 1;
5. Ответить на контрольные вопросы.

**Краткие сведения.** Распоряжением Правительства РФ от 20 октября 2010 г. №1815-р утверждена государственная программа РФ «Информационное общество (2011-2020 годы)». Целью программы является получение гражданами и организациями преимуществ от применения информационных и телекоммуникационных технологий за счет обеспечения равного доступа к информационным ресурсам, развития цифрового контента, применения инновационных технологий, радикального повышения эффективности государственного управления при обеспечении безопасности в информационном обществе.

Президентом РФ 7 февраля 2008 г. № Пр-212 утверждена Стратегия развития информационного общества в РФ. Указанная стратегия представляет собой документ, который закрепляет цель, принципы и основные направления государственной политики в области использования и развития информационных и телекоммуникационных технологий, науки, образования и культуры для продвижения страны на пути к информационному обществу.

Одним из основных направлений реализации Стратегии развития информационного общества в РФ является повышение эффективности государственного управления и местного самоуправления, взаимодействия гражданского общества и бизнеса с органами государственной власти, качества и оперативности предоставления государственных услуг, в том числе за счет создания электронного правительства. Формирование электронного правительства в РФ стало возможным благодаря широкому распространению ИКТ в социально-экономической сфере и органах государственной власти.

Электронное правительство (англ. *e-Government*) - способ предоставления информации и оказания уже сформировавшегося набора государственных услуг гражданам, бизнесу, другим ветвям государственной власти и государственным чиновникам, при котором личное взаимодействие между государством и заявителем минимизировано и максимально возможно используются информационные технологии.

Задачи электронного правительства

- создание новых форм взаимодействия госорганов;
- оптимизация предоставления правительственных услуг населению и бизнесу;
- поддержка и расширение возможностей самообслуживания граждан;
- рост технологической осведомленности и квалификации граждан;
- повышение степени участия всех избирателей в процессах руководства и управления страной;
- снижение воздействия фактора географического местоположения.

Электронное правительство обеспечивает:

- эффективное и менее затратное администрирование;
- кардинальное изменение взаимоотношений между обществом и правительством;
- совершенствование демократии и повышение ответственности власти перед народом.

Электронное правительство не является дополнением или аналогом традиционного правительства, а лишь определяет новый способ взаимодействия на основе активного использования ИКТ в целях повышения эффективности предоставления государственных услуг.

Портал электронного правительства <http://www.gosuslugi.ru> предназначен для предоставления информации о государственных и муниципальных услугах и функциях, ведомствах, а также для оказания услуг в электронном виде.

С помощью портала вы можете:

- получить услугу в электронном виде;

- получить информацию о государственной услуге, в том числе место получения, стоимость, сроки оказания и образцы документов;
- получить информацию о государственных и муниципальных учреждениях.

Популярные госуслуги: получение загранпаспорта; оплата штрафов ГИБДД; пенсионные накопления; подача налоговой декларации; регистрация автомобиля; снятие транспортного средства с регистрации; замена паспорта РФ в 20 или 45 лет и др.

Чтобы иметь доступ ко всем услугам, необходимо зарегистрироваться на портале. Вы можете сделать это онлайн на <http://www.gosuslugi.ru>.

Для регистрации онлайн понадобится:

- проверить Страховое свидетельство государственного пенсионного страхования (СНИЛС) по базе пенсионного фонда;
- указать паспортные данные;
- подтвердить электронную почту и номер мобильного телефона;
- подтвердить свою личность через личное обращение, по почте России или с помощью средства электронной подписи или универсальной электронной карты.

В будущем электронное правительство «одного окна» станет более актуально, чем сегодня. Эта тенденция будет являться следствием развития социальных сетей web 2.0. Данные технологии существенно расширяют возможности политической коммуникации и позволяют достичь новых форм интеграции между правительством, бизнесом и гражданами.

### Задания к практической работе

**Задание 1.** Изучить (и записать в табл. 1) перечень сервисов на следующих сайтах оказывающих электронные услуги.

Портал государственных и муниципальных услуг Рязанской области <http://gosuslugi62.ru/>

Портал муниципальных услуг в области образования <https://uslugi.vsopen.ru/>

Электронные услуги федеральной налоговой службы РФ <http://old.nalog.ru/>

Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии <https://rosreestr.ru/>

Электронное правительство госуслуги <http://www.gosuslugi.ru/>

Таблица 1. Перечень основных сервисов, оказываемых на сайтах государственных и муниципальных услуг

<a href="http://gosuslugi62.ru/">http://gosuslugi62.ru/</a>	<a href="https://uslugi.vsopen.ru/">https://uslugi.vsopen.ru/</a>	<a href="http://old.nalog.ru/">http://old.nalog.ru/</a>	<a href="https://rosreestr.ru/">https://rosreestr.ru/</a>	<a href="http://www.gosuslugi.ru/">http://www.gosuslugi.ru/</a>

**Задание 2.** Записать личные данные, необходимые для регистрации на портале ГОСУСЛУГИ.

**Задание 3.** Изучить информационную технологию регистрации и зарегистрироваться на сайте <http://www.gosuslugi.ru>. Скриншот личного кабинета поместить в отчет.

## **Раздел 5. Перспективные направления и сервисы цифровой экономики**

### ***Вопросы для устного опроса***

1. Критерии оценки уровня развития цифровой экономики
2. Оценка развития цифровой экономики в РФ.
3. Состояние и перспективы развития цифровой экономики
4. Анализ внедрения цифровых технологий по отраслям.
5. Экспортный потенциал и импортозамещение.
6. Развитие цифровых компаний.
7. Цифровые услуги в экономике, основанной на данных.
8. Оцифровка исследований.
9. Умное производство.
10. Мобильные телекоммуникации.
11. Интернет вещей.
12. Услуги, управляемые данными.
13. Облачные сервисы.
14. Государственные закупки.
15. Электронный транспорт.
16. Этапы формирования системы критериев для оценки развития цифровой экономики.
17. Основные индексы, характеризующие развитие цифровой экономики в странах мира.
18. Проблема эффективности существующих инструментов оценки.

### ***Практическая работа №8. Система критериев для оценки развития цифровой экономики***

В четвертой промышленной революции коммуникации, обеспечиваемые цифровыми каналами связи и технологиями программного обеспечения, принципиально изменяют общество, Масштаб воздействия и скорость, с которой эти изменения происходят, произвели трансформацию, проявляющуюся совершенно не так, как любая другая промышленная революция в истории человечества.

Международный экспертный совет Всемирного экономического форума по вопросам будущего программного обеспечения и общества провел исследование среди 800 руководителей высшего звена для того, чтобы оценить, когда, по мнению лидеров бизнеса, эти кардинально новые технологии станут в значительной степени всеобщим достоянием, а также для того, чтобы в полной мере понять возможные последствия этих сдвигов для частных лиц, организаций, государственных органов и общества.

Отчет об этом исследовании «Глубинное изменение - технологические переломные моменты и социальное воздействие» опубликован в сентябре 2015 г. Ниже приводятся технологические изменения, представленные в этом исследо-

вании, включающие переломные моменты, касающиеся этих технологий и даты примерного их появления на рынке, их потенциальные положительные, отрицательные и неопределенные последствия (эффекты), а также реальные примеры глубинных изменений в действии. Необходимо установить соответствия между изменениями, их последствиями (эффектами) и соответствующими примерами, заполнив таблицу.

№	Изменение	Переломный момент	+	-	+/-	Глубинное изменение в действии (пример)
1	<b>Имплантируемые технологии.</b> «Умные» татуировки и прочие уникальные чипы могут помочь осуществлять идентификацию и определять местонахождение. Имплантированные устройства также помогут передавать мысли, обычно выражаемые вербально, через «встроенный» смартфон и потенциально невысказанные мысли и настроения путем считывания волн мозга и других сигналов. Кардиостимуляторы и кохлеарные импланты были началом этого процесса. Выпуск новых устройств для улучшения здоровья осуществляется на постоянной основе. Эти устройства будут способны измерять параметры болезней, что позволит людям предпринимать необходимые меры раньше; посылать данные в центры мониторинга или автоматически давать необходимую дозу лекарства. Возрастает число людей, подключенных к устройствам, эти устройства в большей степени становятся подсоединенными к их телам. Устройства являются не только носимыми, они также имплантируются в организм человека, выполняя функции связи, определения местоположения и мониторинга поведения, а также оздоровительные функции.	Первый имеющийся в продаже имплантируемый мобильный телефон (82% респондентов прогнозируют достижение этого момента к 2025 г.)				
...	...	...	...	...	...	...

#### Последствия (эффекты)

1. идентификация в режиме реального времени;
2. изменение характера взаимоотношений между людьми;
3. изменения взаимодействия и взаимоотношений между людьми;
4. культурное изменение (вечная память);
5. меньше потерянных детей;
6. нарушение частной жизни / потенциальное наблюдение;

7. повышение самооценки;
8. повышение уровня нервно-психического возбуждения (т.е. синдром дефицита внимания);
9. распознавание образов и доступность персональных данных (анонимная сеть, которая будет «работать внутри» людей);
10. рост эффективности лечения;
11. снижение уровня безопасности данных;
12. увеличение продолжительности жизни;
13. улучшение принятия решений;
14. эскапизм и выработка зависимости.

Глубинные изменения в действии:

1. Цифровые татуировки не только выглядят привлекательно, но могут также выполнять полезные функции, такие как разблокировка автомобиля, ввод кодов мобильного телефона с помощью указания пальцем или прикосновения к телу.

Источник: <https://wtvox.com/3d-printing-in-wearable-tech/top-10-implantable-wearables-soon-body/>

2. Согласно статье в WT VOX: «Умная» пыль - массивы полностью укомплектованных компьютеров с антеннами, каждая из которых меньше песчинки, смогут организовываться внутри тела человека в сети по потребностям для поддержки целого ряда сложных внутренних процессов. Представим себе рой этих устройств, атакующих рак на ранней стадии, облегчающих боль в ране или даже хранящих важную информацию в надежно зашифрованном и труднодоступном для хакеров виде. С помощью такой «умной» пыли врачи смогут совершать действия внутри организма, не вторгаясь в него хирургическим путем, а информацию можно будет хранить внутри человека надежно зашифрованной до тех пор, пока он не разблокирует ее из своей персональной нано-сети».

Источник: <https://wtvox.com/3d-printing-in-wearable-tech/top-10-implantable-wearables-soon-body/>

3. «Умная» таблетка, разработанная компаниями Proteus Biomedical и Novartis, имеет прикрепленное к ней биоразлагаемое цифровое устройство, которое передает на телефон данные о том, как организм реагирует на лекарство.

Источник: <http://cen.acs.org/articles/90/i7/Odd-Couplings.html>

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**Факультет экономики и менеджмента**

**Кафедра экономики и менеджмента**

# **ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ**

**Методические указания  
для проведения практических занятий со студентами,  
обучающимися по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов**

**Рязань – 2023**

Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Тайм-менеджмент» для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки бакалавров 23.03.01 Технология транспортных процессов подготовлено кандидатом экономических наук, доцентом Мартынушкиным А.Б.

Рецензенты:

к.э.н., доцент, кафедра экономики и менеджмента

Лозовая О.В.

к.э.н., доцент, кафедра экономики и менеджмента

Барсукова Н.В.

Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Тайм-менеджмент» для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки бакалавров 23.03.01 Технология транспортных процессов рассмотрено и утверждено на заседании кафедры экономики и менеджмента «22» марта 2023 г., протокол №8

Заведующий кафедрой экономики и менеджмента \_\_\_\_\_ А.Б. Мартынушкин



Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Тайм-менеджмент» для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки бакалавров 23.03.01 Технология транспортных процессов одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов автодорожного факультета «22» марта 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки

23.03.01 Технология транспортных процессов



Тетерина О.А.

## ВВЕДЕНИЕ

Преподавание учебной дисциплины «Тайм-менеджмент» для обучающихся по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов преследует следующие цели: сформировать у обучающихся теоретические знания и практические навыки и умения эффективно организовывать время на любом уровне - личном, командном, корпоративном, а также сформировать способности согласовывать свои действия с действиями окружающих для выполнения поставленных задач.

В соответствии с целью поставлены следующие задачи: научиться рационально использовать ресурс времени, действовать эффективно и обиваться успеха, правильно планировать свою деятельность, управлять задачами и делами (как долгосрочными, так и краткосрочными), расставлять приоритеты, правильно распределять свою рабочую нагрузку, ставить перед собой цели и достигать их.

Семинарские занятия - это важная форма организации углубленного изучения студентами материалов учебного курса. Она способствует выработке и закреплению навыков самостоятельной работы с источниками и специальной литературой. Одновременно, семинарские занятия не только способствуют активизации познавательной деятельности слушателей, но и являются одним из способов контроля их знаний.

Семинар - это одна из формы групповых занятий в учебном процессе, которая предполагает активное участие всех студентов в обсуждении учебных вопросов с целью углубления и закрепления знаний, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы, а также привитие навыков поиска, обобщения и изложения учебного и практического материала.

Ответы студентов должны соответствовать предлагаемым вопросам, т.е. необходимо: раскрывать основные понятия и дефиниции, общие и специфические признаки, указывать связь теории с практикой. Вместе с тем, студент вправе дополнять их новыми вопросами, обсуждаемой темы. Для этой цели студенты могут самостоятельно готовить к занятию доклад, реферат, сообщение.

При ответе необходимо избегать поверхностного изложения материала, общих фраз или механического повторения лекции. В ходе подготовки к занятиям требуется всестороннее и глубокое изучение предлагаемого материала, проявление творческого подхода и активного использования современных публикаций из журналов и других научных периодических изданий.

Планы семинарских и практических занятий составлены с учетом программы учебного курса и рекомендаций учебно-методического совета. В них включены соответствующие требования по изучению данного курса.

## ТЕМА 1. ПРЕДМЕТ «ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ». ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ

### *Вопросы для обсуждения*

1. Тайм-менеджмент как система.
2. История развития тайм-менеджмента.
3. Ценности как основа целеполагания. цели и ключевые области жизни.
4. Подходы к определению целей.

### *Дополнительные вопросы*

1. Что такое управление временем? Какое отношение к этому понятию имеют наши жизненные цели?
2. Что такое целеполагание и для чего оно нужно? Приведите конкретный пример.
3. В чем суть проективного и реактивного подхода к жизни? Как выявить, какой подход отличает конкретного человека?
4. Что такое «круг забот» и «круг влияния»? Считаете ли вы правильным расширять круг влияния до тех пор, пока он не перерастет круг забот? Кто расширяет свой круг влияния - проактивный или реактивный человек?
5. В чем суть подхода к определению целей «Управление собой как компанией»?
  - а. Как, на ваш взгляд, можно отличить «родные» цели от «навязанных»?
6. Каковы основные способы определения наших ценностей? В чем суть каждого способа?
7. Что такое «ключевые области», «центр жизненных интересов» и «ролевая функция»? Какая связь существует между этими понятиями?
8. Как составить карту своих долгосрочных целей?
9. Что такое SMART-цели и «надцели»? В чем заключается различие наших действий по их достижению?

### *Практические задания*

**Задание 1.** *Ознакомьтесь с конкретной ситуацией, описанной в статье Андрея Томилина «О пользе безумной мечты». Обсудите ее в студенческой группе. Каково ваше отношение к такому подходу к определению жизненных целей? С чем вы согласны, а с чем не согласны в статье? Что, на ваш взгляд, полезно было бы перенять у ее автора? Каковы ваши выводы из этого материала?*

Большинство людей не имеют долгосрочных и определенных жизненных целей

Наблюдая за собой и окружающими, я заметил одну интересную вещь. На самом деле людей, которые точно знают, чего они хотят добиться в своей жизни, очень немного. Себя я тоже не отношу к их числу. Еще я заметил, что тех, у кого нет твердой уверенности в своих жизненных целях, сама эта неуверенность очень беспокоит. Постоянно где-то в глубине сидит такой противный червячок, который грызет тебя и заставляет думать: «Тем ли делом я сейчас занимаюсь? Я ведь не уверен в том, что должен делать именно это».

Итак, по моим наблюдениям, людей, которые не имеют долгосрочных и определенных жизненных целей, — большинство. Подозреваю даже, что подавляющее большинство.

Далее. Многих людей такое состояние отсутствия целей сильно волнует. Я бы даже сказал, парализует активность, лишает мотивации и вкуса к жизни. И в самом деле: если я не знаю, куда иду, то идти я буду очень медленно, неуверенной походкой и в подавленном настроении. Кроме того, никто и ничто в жизни не будет мне помогать. По этому поводу какой-то умный китаец сказал: «Для корабля, который не знает, куда плывет, ни один

ветер не будет попутным».

«Бесцельный» период жизни - серьезная проблема для человека. Справиться с ней помогает «безумная» мечта.

Итак, человеку, который не имеет долгосрочной цели и все время безуспешно пытается ее отыскать, не позавидуешь. Отсутствие смысла собственной деятельности — малоприятная вещь. Как скоро эта цель будет найдена — неизвестно. Такой «бесцельный» период жизни превращается для человека в серьезную проблему и источник сильного стресса. Что самое неприятное — неизвестно, сколько этот период продлится.

Я предлагаю в подобной ситуации «не ждать милостей от природы», не дожидаться, когда же придет эта настоящая, своя собственная, долгосрочная и достойная цель.

Нужно придумать какую-нибудь безумную, нелогичную, лишенную видимой пользы мечту-идею. Она должна быть такой, чтобы можно было осуществить ее за год, не больше. Например, прыгнуть с парашютом, посмотреть на случку голубых китов у берегов Новой Зеландии и т.п. Эта цель-мечта-идея должна, кроме того, иметь безумный характер.

Я бы назвал такую цель «протестной»: все кругом хотят купить квартиру, построить дом, заработать побольше денег, а мне просто стало скучно, мне все равно, что вы об этом думаете, и я хочу не позднее чем через три месяца плюнуть с Эйфелевой башни.

#### **Кое-что из собственного опыта.**

Я не стал бы об этом писать и советовать, не будь у меня собственного опыта. В заключение кратко его опишу.

Итак. У меня в 2000 г. был сложный период в жизни. Отсутствие долгосрочных целей усугублялось отсутствием работы и подруги. И как-то раз в одной из книг мне попала мысль о безумной идее, которую надо найти, поставить срок осуществления и претворить в жизнь, несмотря ни на что. Я подумал: в этом что-то есть. Потом подумал, а что бы это могла быть за мечта? Стал придумывать. И придумал, что хорошо было бы съездить на мотоцикле из Санкт-Петербурга в Берлин и обратно. Поставил срок - в конце июня я должен быть в Берлине. Дело было в конце февраля. Прошу учесть, что в конце февраля у меня не было ни мотоцикла, ни работы, ни денег. К тому же в водительских правах не было категории «А» для вождения мотоциклов. На все про все у меня было четыре месяца. Первым делом я купил карту Европы и флажками отметил маршрут путешествия. Флажки соединил красной ниткой. Карту с флажками повесил на стену. Потом написал план действий. Поделился своей мечтой с друзьями. Реакция была в основном такой: тебе что, делать нечего? На мотоцикле замучаешься. Ты что, на автобусе не можешь съездить? И т.п. Но каждый разумный довод о том, почему моя мечта плохая, меня только раззадоривал.

Вдруг я заметил, что жизнь начала мне помогать. Когда я ходил на собеседования, я видел в работе не источник средств к существованию, а возможность осуществить мечту. Зарплата, которую я просил, тоже складывалась, главным образом, из стоимости мотоцикла, бензина, визы в Германию и т.п. Работа очень быстро нашлась. Причем в хорошей компании. Видимо, работу я получил из-за блеска в глазах. Правда, на втором месяце испытательного срока пришлось пойти на довольно жесткий разговор о значительном повышении зарплаты. Дело в том, что я немного ошибся в расчетах, и денег на достижение цели к намеченному сроку стало не хватать. Просьбу удовлетворили. Короче говоря, поехать мне удалось только в конце сентября. Незабываемые ощущения. Пересек Белоруссию и Польшу. Назад приехал в октябре, тоже на мотоцикле. Было уже довольно прохладно и дожди. Итак, спрашиваю себя, *какую пользу я получил, причем только благодаря той самой безумной мечте?* В сухом остатке — приятные воспоминания, есть чем охвастаться, новые знакомые, резко возросшее самоуважение и высокая зарплата.

Да, и еще по пути в Берлин сделал предложение своей будущей жене, которая тогда жила в Минске, а сейчас со мной в Петербурге.

*А. Томилин. О пользе безумной мечты'*

**Задание 2.** Сядьте и положите перед собой лист бумаги и ручку. У вас есть ровно две минуты. Запишите все, чего вы хотели бы добиться в жизни. Посмотрите на получившийся список. Запишите рядом с каждой целью, чем это важно и ценно для вас.

**Задание 3-** «Круг влияния».

Выполните следующие действия: 1- Возьмите лист бумаги и запишите на нем те области жизни, состояние которых вас интересует или даже заботит. Это может быть все что угодно: от состояния здоровья вашей собаки до освоения космоса.

Отметьте *красным* маркером те элементы списка, которые вам почти полностью подвластны, например отношения с приятелем или ваша собственная успеваемость.

Отметьте *зеленым* маркером те элементы списка, на которые вы влияете в той или иной степени, в зависимости от конкретных обстоятельств, например настроение родителей или ваши спортивные достижения.

Отметьте *желтым* маркером те элементы списка, которые не поддаются вашему влиянию, но на которые вы хотели бы влиять, например отношение к вам любимого человека или ситуация в институте.

Отметьте *синим* маркером те элементы списка, на которые вы, на ваш взгляд, категорически не можете влиять.

2. Возьмите другой лист бумаги. *Ответьте на вопрос* «Что я могу сделать для того, чтобы "желтая область" хотя бы частично подпала под мое влияние?». Запишите все ответы, какими бы абсурдными они вам ни показались.

3. Возьмите третий лист бумаги. *Ответьте на вопросы:*

- Действительно ли меня волнуют вопросы из «синей области»?
- Если да, то какие именно и насколько?
- Могу ли я теоретически хоть как-то на них повлиять?
- Если да, то как?
- Если нет, то кто может?
- Как я могу приобрести те качества и характеристики, которыми обладает тот, кто способен влиять на перечень чрезвычайно важных для меня вопросов?
- Считаю ли я, что все люди наделены практически равными ресурсами для достижения своих целей?
- Если нет, то каким образом это возможно компенсировать?
- Сознаю ли я, что могу сам выбирать те области жизни, на которые буду оказывать влияние, идет ли речь о здоровье моей собаки или освоении космоса?

**Задание 4.** Мемуарник студенческой группы.

По окончании занятий каждый студент определяет для себя и записывает на листе бумаги «главное событие дня», а затем студенческая группа голосованием принимает решение и определяет, какое событие дня стало главным для нее. Мемуарник ведется в течение недели, по истечении которой определяется «главное событие недели».

**Задание 5.** «Ролевые функции».

Как можно точнее составьте перечень своих ролевых функций.

Запишите их на листе бумаги. Проранжируйте элементы списка по степени их важности.

Дайте количественную оценку каждой роли по комплексному показателю:

Формально уделяемое время ± Уделяемое внимание =

Фактически уделяемое время.

Фонд активного времени в сутках =  $2k$  ч. — 8 ч. = 16 ч.

Время в институте = 6 ч.

Время на работу = 5 ч.

Время на спорт = 2 ч.

Время, уделяемое родителям, = 0,5 ч.

Время, уделяемое любимой девушке, = 2,5 ч. (это формальный средненедельный суточный показатель).

При этом характерны такие особенности вашего поведения: во время пребывания в институте вы два часа активно общаетесь с друзьями, обсуждая последний футбольный матч, а в течение следующего часа обсуждаете с вашей девушкой планы на вечер и решаете пойти в кино.

На работе вы шлете SMS-сообщения вашей любимой девушке. С тренировки вы отпросились на час раньше, чтобы купить билеты на новый фильм.

В результате вы выполняли в течение дня следующие роли:

Студента - 6 ч. - 2 ч. - 1 ч. = 3 ч.

Менеджера = 5 ч. - 2 ч. = 3 ч.

Друга = 2 ч.

Бойфренда = 2,5 ч. + 2 ч. + 1 ч. + 1 ч. = 6,5 ч.

Спортсмена = 2 ч. - 1 ч. = 1 ч.

Сына = 0,5 ч.

Графически полученные данные представлены на рис. 1.

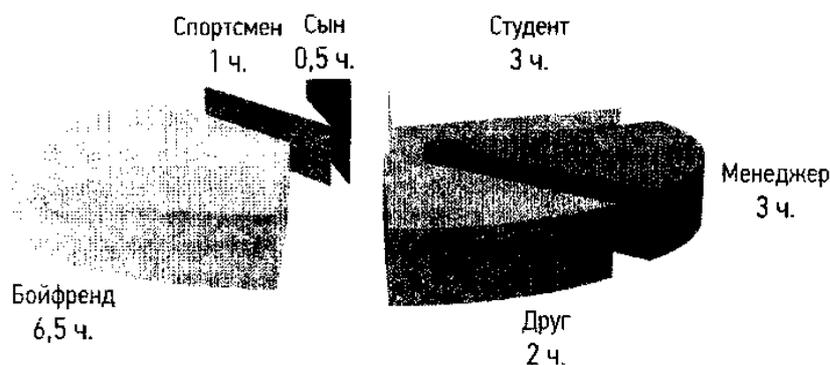


Рис. 1. Ролевые функции

### Задание 6. «Список достижений».

Вспомните и запишите дела из своего прошлого, которыми вы гордитесь, которые принесли вам много радости и которые заряжают вас энергией даже сейчас, когда вы вспоминаете о них. Можете включать любые, даже самые ранние воспоминания из детства. Единственный критерий выбора — степень вашей внутренней гордости: «Я - тот человек, который сделал ЭТО!» Важно, чтобы в список могли попасть дела, относящиеся к вашим различным жизненным ролям (родитель, студент, друг и т.п.). Выберите из вашего списка достижений только семь самых-самых - тех, которыми вы особенно гордитесь.

Письменно опишите каждое из этих семи дел. Отбросьте лишнюю скромность и запишите очень точно, что вы тогда сделали, чего добились и что доставило вам такую радость. Опишите также, что вы чувствуете сейчас, когда вспоминаете это.

Проанализируйте, о чем вам говорят эти истории. Вспоминая их, осознайте, что на самом деле для вас важно и что приносит вам ощущение счастья.

## ТЕМА 2. ХРОНОМЕТРАЖ КАК ПЕРСОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ВРЕМЕНИ

### *Вопросы для обсуждения*

1. Время как невозполнимый ресурс.
2. Поглотители времени. Способы минимизации неэффективных расходов времени.
3. Анализ личной эффективности.
4. Классификация расходов времени.

### *Дополнительные вопросы*

1. Что называется *поглотителями времени* в тайм-менеджменте?
2. Что такое хронометраж?
3. Сколько шагов техники полного хронометража вы знаете?
4. Что может быть использовано в качестве ключевых показателей при применении техники хронометража?
5. Что такое время «нетто»? Как рассчитать количество времени, израсходованного непродуктивно?
4. Что такое время «брутто»? Как рассчитать количество рационально использованного времени?
7. Какие классификации расходов времени вы знаете?
8. Как можно оптимизировать время, затрачиваемое на дорогу? Приведите примеры.
9. В чем основные трудности ведения хронометража и как их можно преодолеть?
10. Как одной фразой можно выразить суть, основную идею хронометража?

### *Практические задания*

**Задание 1.** Прочитайте внимательно список основных поглотителей времени, приведенный в начале главы. Выпишите в таблицу свои основные поглотители.

Поглотитель времени	Возможные причины потерь времени	Меры по их устранению

*Выполните задание.*

1. Запишите во вторую колонку причины, которые влияют на потерю времени.
2. Продумайте шаги по рационализации своих расходов времени: что вы реально можете сделать в каждом конкретном случае?
3. Запишите все шаги в третью колонку.
4. Проанализируйте полученные данные по всем поглотителям: есть ли общее, что их объединяет? Есть ли одинаковые способы и меры устранения лишних затрат времени?

**Задание 2.** Прочитайте приведенные ниже данные полного хронометража времени студента.

Анализ поглотителей времени студента

Время начала	Время окончания	Интервал	Вид деятельности
6.00	6.15	15 мин.	Насильственное пробуждение меня
6.15	6.25	10 мин.	Умывался, одевался
6.25	6.39	14 мин.	Завтракал. «Схватил бутерброд на бегу»
6.39	7.05	26 мин.	Проверил электронную почту, «вылетая из дома»
7.05	8.45	1 ч. 40 мин.	Очень быстро побежал в академию
8.45	10.00	1 ч. 15 мин.	Осознал, что можно было и не бежать, — забыл, что первой пары сегодня нет. Бестолково толкался перед дверью.
10.00	11.20	1 ч. 20 мин.	Крайне интересная лекция о необходимости сдать курсовик в этом десятилетии. Практикум. Доказал, кто лучше всех решает задачки по экономике!
11.20	11.30	10 мин.	Пил кофе Поболтал с ребятами, узнал про курсовик
11.30	12.50	1 ч. 20 мин.	Третья пара. Слушал лекцию, конспектировал
12.50	13.00	10 мин.	Пошел в кафе перекусить
13.00	13.25	25 мин.	Поел как-то так
13.25	13.46	21 мин.	Просто сидел в кафе
13.46	13.49	3 мин.	Пытался дозвониться до начальства, узнать, надо ехать на работу или нет. Не дозвонился
13.49	15.04	1 ч. 15 мин.	Все-таки решил поехать. Дорога до работы
15.04	15.33	29 мин.	Пришел, переоделся, спустился на инструктаж
15.33	15.58	25 мин.	Ждали инструктаж, .. Не дождались. Пошли в столовую пить чай
15.58	16.24	26 мин.	Пили чай, болтали
16.24	16.47	23 мин.	Сидел на лавочке во дворе

Время начала	Время окончания	Интервал	Вид деятельности
16.47	18.00	1 ч. 13 мин.	Ура! Работа! Пришла фура, менеджер отдела снабжения попросил разгрузить. Грузили. Уронили пару коробок, было весело
18.00	19.30	1 ч. 30 мин.	Пришел начальник, дал ценные указания. Работал с базой данных в Access
19.30	19.42	12 мин.	Электронная почта
19.42	19.56	14 мин.	Чатился на форуме. Пришел начальник
19.56	20.17	21 мин.	ICQ (можно не писать, с кем переписывался?)
20.17	20.28	11 мин.	Быстро собрался домой
20.28	21.55	1 ч. 27 мин.	Дорога домой
21.55	22.30	35 мин.	Ужинал
22.30	23.57	1 ч. 27 мин.	Call of Duty
23.57	00.42	45 мин.	Вспомнил про курсовик. Попытался работать над курсовиком + читал новости в Интернете
00.42	00.53	11 мин.	Проверял почту
00.53	01.15	22 мин.	Пил чай,
01.15	01.36	16 мин.	Смотрел на монитор, понял, что хочу спать. Выключил компьютер. Пошел в душ
01.36			Лег спать

Выполните задания.

1. Проанализируйте «фотографию дня» студента.
2. Подсчитайте количество времени, потраченного эффективно. Используйте формулу расчета «коэффициента полезного действия».
3. Выявите основные поглотители времени. Подсчитайте общее количество времени, «съеденного» поглотителями. Используйте формулу подсчета непродуктивных расходов времени.
4. Предложите свои улучшения по организации деятельности студента.
5. Подсчитайте выигрыш времени от этих улучшений.

**Задание 3.** *Переформулируйте цели, записанные в левой колонке таблицы, в ключевые показатели хронометража. Запишите получившиеся варианты в правую колонку.*

Цель	Показатель
Хочу меньше смотреть телевизор	
Давно хочу прочитать книгу Ильфа и Петрова «12 стульев», но руки не доходят	
Хочу меньше опаздывать	
Хотелось бы меньше времени тратить на дорогу	
Найти бы время освоить PowerPoint	
Хорошо бы еще написать курсовик	
Давно мечтаю заняться восточными единоборствами	

## Тема 3. ПЛАНИРОВАНИЕ

### *Вопросы для обсуждения*

1. Определение понятия планирование.
2. Долгосрочное планирование.
3. Планирование в течение дня.
4. Система планирования на основе метода структурированного внимания.

### *Дополнительные вопросы*

1. Что такое планирование и для чего оно нужно?
2. В чем заключаются трудности планирования? Как их можно преодолеть? Приведите пример.
3. В чем суть контекстного планирования? Чем отличается жесткое планирование от гибкого? Как вы думаете, какой из видов планирования дает больше преимуществ? Почему?
4. Что такое контекст? Какие типы контекстов вы знаете? Приведите примеры контекстов каждого типа.
5. С помощью каких инструментов тайм-менеджмента можно планировать свой день? Приведите примеры использования различных инструментов планирования.
6. Что такое результатно-ориентированное планирование? В чем главная идея этой технологии, что лежит в ее основе? Перечислите шаги по составлению результатно-ориентированного списка задач и кратко охарактеризуйте каждый из них.
7. Что такое «горизонты планирования»? Как и на основе чего осуществляется перемещение задач между различными горизонтами?
8. Назовите основные правила эффективного планирования дня. Кратко охарактеризуйте их.
9. В чем отличие результатно-ориентированной формулировки задачи от конкретизированной? Обоснуйте свой ответ.
10. Перечислите шаги алгоритма планирования дня.
11. Как осуществляется бюджетирование рабочего времени?

### *Практические задания*

**Задание 1.** Прочитайте приведенные ниже размышления менеджера о предстоящем дне и план дня, который он составил.

Ну и день сегодня предстоит! Сейчас только девять часов утра, а дел навалилось столько, что, кажется, времени катастрофически не хватит.

Звонил рассерженный клиент: не получил заказ в срок. Надо бы ему перезвонить, выяснить все вопросы, успокоить. Материалы к выставке нужно готовить: открытие через две недели, а ни слайдов, ни текста для рекламных буклетов еще нет. Да и насчет полиграфии пора бы озадачиться, позвонить и заказать изготовление материалов - календарики всякие, листовки, буклеты, сувениры, плакаты, а то, как всегда, в последний момент спохватимся, и опять — голый стенд и две жалкие листовки. Позор!

На 13.00 назначены переговоры с поставщиком — это дело святое, надо ехать самому. Интересно только, на чем? Машину из сервиса так и не нашел времени забрать, а надо бы. На метро? Или такси заказать? Ничего себе — так у нас же еще презентация сегодня! Ну конечно, начало в 18.00, а команда ни сном, ни духом. Срочно надо всех собирать на инструктаж. Хорошо бы еще текст статьи в «Экономический вестник»

Вторник			15 ноября
9.00	Совещание. Шеф	Важно	Спортзал
10.00	Позвонить клиенту	Важно	Отредактировать статью
11.00	Вызвать такси		
12.00	Заказать полиграфию и сувениры	Важно	
13.00	Переговоры. Поставщик	Важно	
14.00	Подготовка к презентации		
15.00			
16.00	Подготовить слайды и текст к выставке	Важно	
17.00			
18.00	Презентация	Важно	
19.00	Ввести информацию в базу данных Навести порядок на рабочем столе		
20.00	Забрать машину из сервиса		
21.00			
22.00			
23.00			
24.00			
24.00			

отредактировать, а то уже месяц валяется где-то в столе. Кстати, о столе, не мешало бы разобраться в этом хаосе, а то вечно полчаса копаешься, пока нужный документ найдешь. А так хотелось сегодня в спортзал сходить, размяться! Ну это вряд ли. Если еще учесть накопившийся объем не внесенной в базу данных информации по клиентам... А ведь это потенциальная прибыль фирмы.

Ну вот, позвонила секретарь - через полчаса совещание у шефа, присутствие бязательно. Надо успеть хотя бы набросок плана дня сделать, а то опять половина задач из головы вылетит. Итак, что там у нас самое главное на сегодня?

1. Проанализируйте размышления и составленный план. Отметьте ошибки, которые были допущены. Какие принципы и правила планирования дня они нарушают?
2. Проанализируйте, насколько точно был выполнен алгоритм планирования дня.
3. Составьте свой план дня для этого менеджера. Объясните, почему вы именно так распланировали дела и задачи? Ответы подкрепляйте ссылками на материал главы.

**Задание 2.** Прочитайте приведенные ниже формулировки задач.

- Зайти в спортзал.
- Институт, зачет.
- Найти ключи от квартиры.
- Позвонить клиенту.
- Поговорить с Ивановым.
- Лекция.
- Оформить титульный лист для реферата.
- Обсудить проект с командой.
- Составить план действий на завтра.
- Задание по тайм-менеджменту.
- Собеседование в 14.00.
- Отдать CD-диск соседу.
- Пообедать.
- Почта. Папка «Входящие».

- Проектная работа.
- Вопросы по диплому.
- Договориться о времени консультации с преподавателем.
- Решить пять трудных задач по математике.
- Мобильный. Деньги.
- Работа, резюме, агентство.

***Выполните следующие задания.***

- Разделите лист бумаги на две части.
- В левую колонку выпишите те задачи, которые составлены в результате-ориентированном виде. Объясните, какие задачи и почему вы посчитали соответствующими результате-ориентированной форме? Подкрепите свой ответ ссылками на текст главы.

- Переформулируйте задачи, являющиеся, по вашему мнению, не результате-ориентированными, так, чтобы они соответствовали формуле результате-ориентированного планирования. Запишите их в правую колонку. Объясните, какие задачи вы переформулировали. Почему? Подкрепите свой ответ ссылками на текст раздела главы.

***Задание 3. Исключите из приведенного алгоритма жестко-гибкого планирования лишние шаги и запишите алгоритм правильно.***

- Выделить ключевые показатели и отследить их в динамике.
- Составить список жестких задач.
- Отметить свои личные контексты.
- Составить список гибких задач.
- Перенести в список жестких задач как можно больше задач из гибкого списка.
- Заполнить пустое пространство между жесткими задачами.
- Определить время исполнения для всех задач на день.
- Построить двухмерный график для определения взаимосвязей между задачами.
- Выделить из списка приоритетные задачи.
- Разбить приоритетные задачи на подзадачи.
- Забюджетировать время для приоритетных задач.
- Определить время на выполнение жестких задач в размере 80 % от рабочего дня.

## Тема 4. ОБЗОР ЗАДАЧ И ЕГО РОЛЬ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

### Вопросы для обсуждения

1. Инструменты создания обзора.
2. Контрольные списки.
3. Двухмерные графики как инструмент планирования и контроля в тайм-менеджменте.

### Дополнительные вопросы

1. Что такое обзор? Дайте определение.
2. В чем отличие обзора от плана?
3. На какие группы можно разделить все инструменты обзора? В чем особенности каждой группы инструментов?
4. В чем преимущества двухмерного графика как инструмента обзора?
5. В чем преимущество использования интеллект-карт в тайм-менеджменте?
6. Что такое Mind Maps (интеллект-карты)?
7. Что представляют собой контрольные списки как инструмент обзора?
8. Назовите главное условие, делающее обзор эффективным средством принятия решения.
9. На какую ступеньку «лестницы тайм-менеджмента» вы бы поставили обзор? Почему?
10. Какие виды двухмерных графиков вы можете назвать?
11. Какие инструменты обзора подходят для работы с заданными ситуациями?
12. С помощью какого инструмента можно эффективно работать с проблемной ситуацией?
13. Вспомните алгоритм эффективного обучения с помощью майндменеджмента.

### Практические задания

**Задание 1.** Запланируйте с помощью двухмерного графика долгосрочный проект (ремонт квартиры, строительство дачи, изучение иностранного языка), рассчитанный на год, и заполните соответствующую пустографку.

Подзадачи	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль

**Задание 2.** Используйте создание интеллект-карты с помощью майндменеджмента:

- на семинаре;
- на лекции (в цикле лекций);
- при подготовке к экзамену;
- при чтении книг (бизнес- и профессиональная тематика, научнопопулярная литература и др.);
- на тренинге;
- на конференциях, презентациях, мастер-классах;
- во время сбора материала для книги, диссертации, диплома.

**Задание 3.** Когда в следующий раз вы будете сомневаться при принятии решения, используйте один из описанных в этой главе способов или потренируйтесь на одном из примеров:

- *Какую машину выбрать?*
- *Жениться или не жениться? Выходить замуж или не выходить?*
- *Куда пойти учиться?*
- *Идти ли мне учиться?*
- *Какие свои слабые и сильные стороны мне нужно развивать?*
- *Какие слабые и сильные стороны есть у моей фирмы?*

## Тема 5. ПРИОРИТЕТЫ. ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ ВРЕМЕНИ

### Вопросы для обсуждения

1. Определение и суть расстановки приоритетов в тайм-менеджменте.
2. Определение приоритетности долгосрочных целей и текущих задач.
3. Закон Парето.

### Дополнительные вопросы

1. В чем заключается смысл расстановки приоритетов?
2. Почему важно уметь расставить приоритеты?
3. Какие методы расстановки приоритетов вы знаете?
4. На какие типы делятся задачи в соответствии с матрицей Эйзенхауэра?
5. Когда целесообразно использовать метод многокритериальной оценки?
6. В чем заключается суть метода многокритериальной оценки?
7. Как можно выделить наиболее приоритетные цели? Какой способ подходит для этого более всего? Почему вы так считаете?
8. В чем основная идея расстановки приоритетов по принципу «80/го»?
9. Как используется принцип Парето при планировании времени на задачи?
10. Почему важно отсеивать навязанные дела и задачи?
11. Какие стратегии отказа вы знаете? Какие из них вы считаете наиболее эффективными, почему?

### Практические задания

**Задание 1.** *Распределите дела из списка с помощью матрицы Эйзенхауэра по типам задач в зависимости от их важности и срочности.*

1. Разобраться на рабочем столе.
2. Подготовиться к завтрашнему зачету по тайм-менеджменту.
3. Поиграть с другом в Call of Duty 2.
4. Написать реферат по экономике, который нужно сдать до конца следующего месяца.
5. Встретиться с друзьями, сходить в интернет-кафе.
6. Позаниматься с репетитором по математике, надо готовиться к вступительным экзаменам, которые будут через четыре месяца.
7. Навести порядок в комнате.
8. Позвонить сегодня ключевому клиенту.
9. Закончить работу над квартальным отчетом (сдавать через четыре дня).
10. Завтра поздравить маму с днем рождения.
11. Начать заниматься на курсах иностранного языка (для подготовки к поступлению в вуз в следующем году).

Запишите дела в соответствующие графы:

A \_\_\_\_\_  
B \_\_\_\_\_  
C \_\_\_\_\_  
D \_\_\_\_\_

**Задание 2.** Используя многокритериальную оценку, расставьте приоритеты для своих долгосрочных целей. Для выбора целей и ценностей можете воспользоваться стратегической картонкой и мемуарником.

Цели	Ценности	ИТОГ

**Задание 3.** Проведите полный хронометраж своих четырех дней. Используя полученные данные, расставьте приоритеты в своих делах с помощью матрицы Эйзенхауэра: какие из дел к какому типу задач вы можете отнести. Запишите, какие шаги вы можете сделать, чтобы уменьшить количество дел категории D и C.

A \_\_\_\_\_

B \_\_\_\_\_

C \_\_\_\_\_

D \_\_\_\_\_

Шаги, которые я предприму для сокращения потерь времени: \_\_\_\_\_

## Тема 6. ТЕХНОЛОГИИ ДОСТИЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

### Вопросы для обсуждения

1. Грамотное распределение рабочей нагрузки.
2. Работоспособность человека и биоритмы.
3. Правила организации эффективного отдыха. Как настроить себя на решение задач.
4. Самомотивация.

### Дополнительные вопросы

1. Почему одной из важных задач тайм-менеджмента является выработка умения правильно распределять свою рабочую нагрузку?
2. Какую роль играют суточные биоритмы в распределении рабочей нагрузки?
3. Каким правилам нужно следовать, чтобы отдых в течение рабочего дня стал эффективным? Назовите их.
4. Какие способы самонастройки на выполнение работы вы знаете?
5. Что такое творческая лень? Она полезна или является недостатком?
6. Как называются крупные неприятные задачи в тайм-менеджменте? Приведите пример.
7. Как называются мелкие неприятные задачи в тайм-менеджменте? Приведите пример.
8. Что называется «бифштексом»? Приведите пример.
9. В чем отличие «реального бифштекса» от «иллюзорного»?
10. В чем заключается суть метода «швейцарского сыра»?

### Практические задания

**Задание 1.** *Вспомните и запишите несколько (от трех до пяти) своих типовых сценариев короткого отдыха (от пяти до десяти минут) в течение рабочего дня. Обсудите в группе все получившиеся варианты. Оцените каждый из сценариев по пятибалльной шкале. Выберите наиболее оптимальные сценарии короткого отдыха.*

**Задание 2.** *Впишите в таблицу свои «лягушки» и «бифштексы». В течение двух недель отслеживайте выполнение мелких задач. Результаты отмечайте в графике.*

«Лягушки» и «бифштексы»	Поне- дельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскре- сенье

**Задание 3.** *Приведите примеры своих дел-«лягушек». «Съедайте» по одной в день. Запишите, сколько времени у вас заняло выполнение этой задачи.*

**Дело-«лягушка» 1:**

Решение задачи заняло:

**Дело-«лягушка» 2:**

Решение задачи заняло:

**Дело-«лягушка» 3:**

Решение задачи заняло:

## Тема 7. КОРПОРАТИВНЫЙ ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ

### *Вопросы для обсуждения*

1. Необходимость корпоративного внедрения тайм-менеджмента.
2. Предпосылки и определение корпоративного тайм-менеджмента.
3. Корпоративные ТМ-стандарты.

### *Дополнительные вопросы*

1. Перечислите факторы, определяющие необходимость внедрения корпоративного тайм-менеджмента.
2. Назовите ключевое отличие менеджмента от тайм-менеджмента. Как вы считаете, что первично в организации: менеджмент или тайм-менеджмент?
3. Раскройте содержание этапов внедрения корпоративного тайм-менеджмента.
4. Какие меры закрепления техник планирования времени могут разрабатываться в компании? В чем их суть? Приведите примеры.
5. Чем регламенты отличаются от договоренностей?
6. Что такое «вещи», инструменты в системе ТМ-стандартов?
7. Каковы основные направления исследований в области корпоративного тайм-менеджмента?

### *Практические задания*

#### **Задание 1.**

1. Прочитайте «Правила уважения ко времени». Чем они являются — договоренностями или регламентом? Ответ обоснуйте.

Правила уважения ко времени

Мы договорились ценить время друг друга. Это невозполнимый капитал, из которого «сделана наша жизнь». Мы придерживаемся простых правил:

1. Считай время, как деньги. Будь готов к тому, что за ошибку во времени лишишься денег.
2. Телефоном — срочное, остальное — почтой.
3. Все, что можешь, делай сам. Приходи не с вопросом, а с вариантами решения.
4. Не пытайся переложить свою проблему на другого. Будь готов услышать твердое «нет».
5. Отправляя e-mail, обязательно укажи актуальную тему письма и его важность.
6. Перед тем как дернуть коллегу, подумай. Запиши вопросы и задай их сразу.
7. Опоздание — зло. Но если уж опаздываешь — предупреди.
8. Готовься к планерке заранее. Приноси мысли на бумаге.
9. Получив от коллеги информацию (регламент, презентацию) — прочитай ее и храни. Второго раза не будет.
10. Активное внимание твоего слушателя длится 1,5 минуты. Практикуй краткость. Она — сестра таланта.
11. В любом запросе указывай реальные сроки исполнения. Не завышай их, как цену на базаре.
12. Критикуешь — предлагай свой вариант решения. Без него критика не принимается.
13. Приходи редко. Проси мало. Уходи быстро.

2. Выберите три любых правила из списка. Запишите их. Приведите для каждого из них по одному примеру, как можно превратить эти правила в «вещи», реально работающие инструменты ТМ.

**Задание 2.** *Представьте, что вам поручено рассказать о преимуществах внедрения технологий тайм-менеджмента в корпоративную культуру сотрудникам некой организации. Ваша задача — заинтересовать людей в использовании инструментов и техники тайм-менеджмента в своей работе. Составьте и запишите небольшое (пятиминутное) выступление (от первого лица) о достоинствах и преимуществах применения технологий тайм-менеджмента в условиях организации. Опишите те выгоды, которые могут получить люди от внедрения основ тайм-менеджмента в свою практическую деятельность.*

### Основная литература

1. Жесткий тайм-менеджмент: Возьмите свою жизнь под контроль: Научно-популярное / Кеннеди Д. - Москва : Альпина Паблишер, 2018. - 176 с.: ISBN 978-5-9614-7076-5 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1002228>
2. Психология управления персоналом : учебник для академического бакалавриата / Е. И. Рогов [и др.] ; под общей редакцией Е. И. Рогова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 350 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03827-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/432963>
3. Тайм-менеджмент. Полный курс / Архангельский Г.А., Бехтерев С.В., Лукашенко М. - Москва : Альпина Пабл., 2016. - 311 с.: ISBN 978-5-9614-1881-1 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/925383>

### Дополнительная литература

1. Реунова, М. А. Тайм-менеджмент студента университета : учебное пособие / М. А. Реунова. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 103 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/30084.html>
2. Тайм-менеджмент. Полный курс [Текст] : учебное пособие / Архангельский, Глеб [и др.]. - М. : Альпина-Паблишер, 2012. - 311 с.
3. Тайм-менеджмент по помидору: Как концентрироваться на одном деле хотя бы 25 минут / Нётеберг Ш. - Москва : Альпина Пабл., 2016. - 245 с.: ISBN 978-5-9614-1982-5 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/925374>
4. Цибульникова, В. Е. Тайм-менеджмент в образовании : учебно-методический комплекс дисциплины / В. Е. Цибульникова. — М. : Московский педагогический государственный университет, 2016. — 32 с. — ISBN 978-5-4263-0397-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72515.html>.

### Периодические издания

1. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 – Рязань, 2018 - Ежекварт. – ISSN : 2077 - 2084

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru>  
Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>  
Гарант – Режим доступа : <http://www.garant.ru>  
«КонсультантПлюс» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>  
eLIBRARY – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«МАРКЕТИНГ»**

**для студентов факультета экономики и менеджмента по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов**

**РЯЗАНЬ – 2023**

Методические рекомендации по проведению практических занятий по дисциплине «Маркетинг» разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Авторы:

к.э.н., доцент кафедры маркетинга и товароведения Красников А.Г.,  
старший преподаватель кафедры маркетинга и товароведения Дедова Е.М.

Рецензенты:

К.э.н., доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита Пикушина М.Ю.,  
К.э.н., доцент кафедры маркетинга и товароведения Пашканг Н.Н..

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «\_22\_» \_\_\_марта\_\_\_ 2023 г., протокол №8

Заведующий кафедрой           маркетинга и товароведения            
( кафедра)



(подпись)

к.э.н., доцент Конкина В.С.  
(Ф.И.О.)

Методические рекомендации одобрены учебно –методической комиссией по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов «\_22\_» \_\_\_марта\_\_\_ 2023 г., протокол №8

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА:**

Целью изучения дисциплины является формирование знаний и практических навыков в области маркетинга, уметь принимать обоснованные планово-управленческие маркетинговые решения с учетом видов экономической деятельности, а также осуществлять практическую проверку результатов и рекомендаций по маркетингу в управлении предприятием.

Изучение дисциплины «Маркетинг» позволит получить глубокие теоретические знания и практические навыки для решения следующих задач:

- исследование сущности целостной концепции маркетинга как современной философии управления;
- выявление основных инфраструктурных тенденций, проблем и закономерностей развития экономики под воздействием факторов маркетинговой среды;
- организация и проведение комплексных маркетинговых исследований товарных рынков с целью получения информации для принятия управленческих решений;
- изучение конъюнктуры рынка, проведение ранжирования рынка по определённым критериям и выбор наиболее перспективных целевых рынков;
- изучение поведения потребителей и способы воздействия на него;
- выбор каналов распределения, организация товародвижения и продаж;
- принятие компетентных управленческих маркетинговых решений в области товарной, сбытовой, ценовой и коммуникационной политики;
- раскрытие стратегических направлений и тактических маркетинговых технологий в различных отраслях экономической деятельности;
- выбор стратегии поведения в условиях конкуренции и оценка конкурентоспособности предприятия;
- формирование имиджа и высокой репутации компании за счет изучения общественного мнения, социальной ответственности и корпоративной культуры удовлетворения потребностей общества;
- контроль, оценка и корректировка планово-управленческих решений для достижения устойчивого рыночного положения и эффективных результатов маркетинговой деятельности.

## **2. ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **ТЕМА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАРКЕТИНГА**

#### **Вопросы для контроля.**

1. Дайте определение маркетинга. Когда возникла теория маркетинга и каковы предпосылки ее возникновения?
2. Основные этапы становления и развития маркетинга.
3. Перечислите основные концепции маркетинга.
4. В чем принципиальное отличие сбытовой концепции от маркетинговой концепции?
5. Назовите принципы и функции маркетинга.
6. Какова цель персонального маркетинга? Привести примеры.
7. Чем отличается ремаркетинг от демаркетинга?
8. Какие мероприятия способствуют повышению спроса на товары?
9. Какие мероприятия способствуют продвижению товаров пассивного спроса?
10. Чем нужда отличается от потребности, а потребность от запроса?

#### **Задание 1.**

На примере ситуации при покупке в магазине кондитерских изделий покажите, где и как реализуются: нужда, потребность, запросы, сделки.

#### **Задание 2.**

Укажите, чем отличается обмен от сделки, запрос от потребности (приведите примеры)

**Задание 3.**

Вы собираетесь пойти позавтракать в кафе быстрого обслуживания. Примените к данной ситуации понятие «нужда», «потребность», «товар», «сделка», «рынок»

**Задание 4. Определение нужд и потребностей покупателей, удовлетворяемых различными товарами и услугами.**

Какие потребительские нужды удовлетворяют товары/услуги, представленные в таблице?

Товар/услуга	Нужда/ потребность
Пельмени «Марьюшка»	Быстрое утоление голода (удовлетворение физиологических потребностей)
Кроссовки Nike	Данный товар позволяет удовлетворить несколько потребностей: удобная обувь для занятий спортом, модная обувь (удовлетворение физиологических и социальных потребностей)
Обед в кафе	
Заказ духов по каталогу	
Телевизор	
Проведение налогового аудита	
Букеты живых цветов	
Автомобиль	
Страхование жизни	
Ноутбук	
Массажный кабинет	
Цифровая видеокамера	
...	
...	

**Задание 5.**

Приведите примеры условий сфер и отраслей на отечественном рынке, в которых реализуются такие маркетинговые концепции как: совершенствование производства, совершенствование товара, интенсификация коммерческих усилий, маркетинга.

**Задание 6. Выбор вида маркетинга в зависимости от ситуации на рынке.**

Какой вид маркетинга наиболее подходит к следующим ситуациям на рынке? Необходимо аргументировать свой ответ. Какие мероприятия в рамках выбранного вида маркетинга необходимо использовать, по вашему мнению?

Ситуация на рынке	Вид маркетинга, мероприятия
Значительная часть россиян не делает прививки от гриппа вследствие негативного отношения	Конверсионный маркетинг. Основная задача- изменение отрицательного отношения потребителей к товару на положительное путем более эффективного его продвижения. Необходимо больше мероприятий, направленных на разъяснение пользы от прививок
В последние годы в России наблюдается снижение потребления молока	Ремаркетинг. Задача- восстановление спроса в случае его падения посредством поиска новых возможностей оживления спроса: придания товару новых свойств, проникновения на новые рынки и т.д.
В последние годы в России наблюдается снижение покупок компьютеров вследствие насыщения рынка	

С каждым годом растет число курящих	
Спрос на кондиционеры имеет сильную зависимость от температуры воздуха	
Растет престижность здорового образа жизни	
В связи с распространением цифровой техники спрос на фотоаппараты с фотопленкой резко сократился	

### Задание 7. Описание элементов комплекса маркетинга.

Книжный магазин существует на рынке города несколько десятилетий. Он имеет традиционную сеть поставщиков, постоянных потребителей. Персонал маркетинга стабильный, имеет высокую квалификацию. В магазине приятный интерьер. Торговые залы оснащены удобными стеллажами, мягкой мебелью. Ассортимент рассчитан на потребителей с разными уровнями достатка и отражает культурные предпочтения целевых аудиторий. Какие элементы комплекса маркетинга предприятия указаны в задании? Каких сведений недостаточно? Необходимо смоделировать недостающие сведения, чтобы описать маркетинговый комплекс в полном объеме.

Элемент	Характеристика элементов
Товар/услуга	Продажа книг
Цена	Широкий диапазон цен, рассчитанный на потребителей с разными уровнями достатка
Продвижение	Необходимы мероприятия по стимулированию сбыта, программы лояльности для постоянных посетителей
Распределение	Собственный магазин
Персонал	Стабильный состав персонала, имеющего высокую квалификацию

#### Вариант 1.

Завод по производству колбасных изделий, стремясь расширить рынок сбыта, сделал серьезные вложения в модернизацию производства, на основе чего были понижены отпускные цены на продукцию. Теперь завод имеет ценовое преимущество перед своими основными конкурентами. Товар реализуется как напрямую потребителям посредством сотрудников собственного торгового отдела, так и через систему дистрибьюторов.

#### Вариант 2.

Кондитерская фабрика работает на рынке более 30 лет, имеет устойчивые связи с поставщиками и широкую сеть сбытовых организаций. Компания потратила большие средства на разработку новой начинки для конфет. Благодаря улучшению вкусовых свойств товара- новинки фабрика повысила свою долю на рынка на 10%. При этом оптовая цена нового товара выше цены традиционных изделий фабрики на 8%. В первую очередь новинка появилась в фирменных магазинах предприятия, затем- у дистрибьюторов.

### Задание 8.

Сто лет назад производитель парафиновых свечей на вопрос, чем он занимается, ответил бы: «Делаю парафиновые свечи». Что бы он ответил, если бы имел сегодняшний взгляд на маркетинг и ориентировался в своей деятельности на потребителя?

#### Контрольная работа №1 по теме «Теоретические основы маркетинга»

1. Понятие, сущность и основные исходные идеи маркетинга.
2. Концепция управления маркетингом, цели и задачи маркетинга.
3. Виды маркетинга в зависимости от состояния спроса, задачи маркетинговой службы по управлению деятельностью.
4. Основные принципы и функции маркетинга, их классификация.

**РАЗДЕЛ 2. МАРКЕТИНГОВАЯ СРЕДА ОРГАНИЗАЦИИ, СИСТЕМА МАРКЕТИНГОВЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИИ**

**Вопросы для контроля**

1. Какие факторы маркетинговой среды в большей мере подконтрольны предприятию (макросреды или микросреды)? Почему?
2. Каковы основные факторы макросреды?
3. Каковы основные факторы микросреды?
4. Какие факторы маркетинговой среды, по вашему мнению, оказывают наибольшее влияние на деятельность российского предприятия?

**Задание 1.**

Для выполнения задания выберите любое знакомое вам предприятие и опишите, какие факторы внешней среды прямого воздействия оказывают на него наибольшее влияние.

**Задание 2.**

Выберите любое предприятие, производящее обувь, одежду или бытовую технику. Какие тенденции микросреды повлияют на деятельность этого предприятия в ближайшие 10 лет?

Какие маркетинговые мероприятия вы предложили бы, что бы вовремя отреагировать на эти изменения?

**Задание 3.**

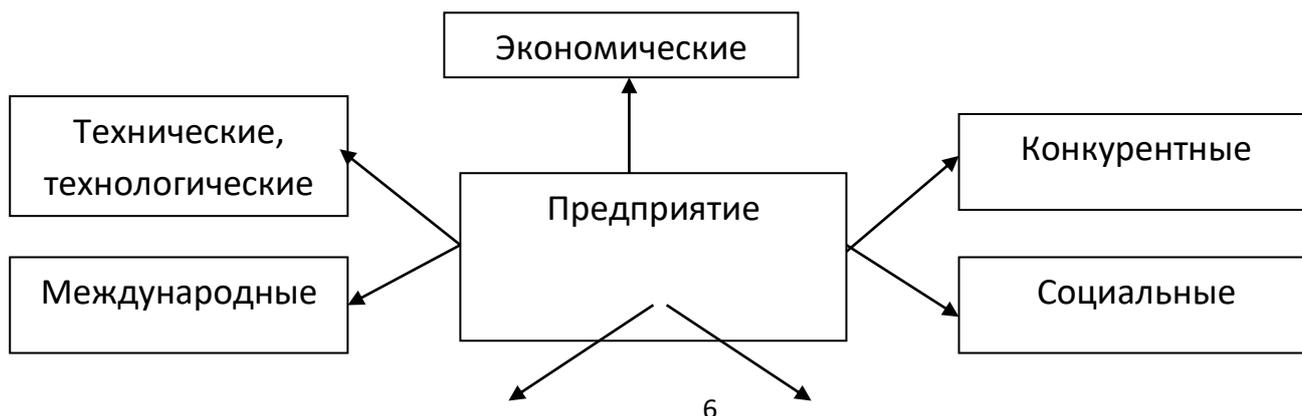
К атрибутам системы маркетинга относятся внешние и внутренние факторы, воздействующие на процесс развития системы маркетинга. Укажите, какие из нижеперечисленных факторов относятся к внешним, а какие - к внутренним:

1. Финансовые возможности фирмы;
2. Научно-технический прогресс;
3. Существующая репутация фирмы;
4. Средства производства;
5. Политические факторы;
6. Возможности внедрения научных исследований и разработок;
7. Демография;
8. Расположение фирмы по отношению к рынкам сбыта;
9. Экономические условия;
10. Социально-культурные факторы;
11. Рабочая сила;
12. Конкуренция.

**Задание 4.**

Что такое внешняя среда предприятия и что включается в понятие «внутренняя среда»? В чем их зависимость? Подготовьте аргументированные ответы.

Схема факторов, формирующих внешнюю среду предприятия.



Рыночные

Политические

Охарактеризуйте каждую группу факторов в отдельности. Покажите их взаимосвязь

### Задание 5.

К атрибутам системы маркетинга относятся качественные и количественные цели фирмы. Укажите, какие из нижеперечисленных целей являются качественными, а какие - количественными:

1. Охрана окружающей среды;
2. Объем продаж;
3. Производительность труда;
4. Обеспечение занятости в странах, где фирма ведет свою деятельность;
5. Объем прибыли;
6. Доля рынка по странам, товарам или сегментам.

### Задание 6. Анализ макро- и микросреды организации.

Каковы факторы маркетинговой среды, которые могут влиять на работу организации?

Индивидуальный предприниматель имеет сеть летних кафе в городе с населением около 100 тыс. человек. У предпринимателя налажены стабильные связи с поставщиками. Предполагается расширение бизнеса, для чего берется кредит в банке.

Фактор макросреды	Фактор микросреды	Фактор внутренней среды
Снижение ставки рефинансирования	Взаимоотношения с поставщиками	Уровень квалификации обслуживающего персонала
Снижение благосостояния населения	Уровень конкуренции	Наличие оборотных средств
Государственная поддержка малого бизнеса	Предпочтения посетителей летних кафе	Оборудование кафе

#### Вариант 1

Сельскохозяйственный кооператив работает в условиях жесткой конкуренции регионального рынка. Специализация кооператива – растениеводство, хозяйство находится в зоне рискованного земледелия. Потребителями продукции являются коммерческие предприятия и государственные организации. Кооператив имеет поддержку от местных органов власти.

#### Вариант 2.

Молокозавод диверсифицирует свою деятельность. Новым направлением является производство соков и сокосодержащей продукции. Для этих целей предполагается привлечение инвестиционного капитала. Продукция завода пользуется популярностью на региональном рынке, имеются стабильные каналы сбыта.

### Задание 7.

Назовите факторы макросреды из разряда демографических, экономических, политических, природных, научно-технических и культурных, которые необходимо учитывать производителю:

- А) модной одежды
- Б) коллекционных моделей автомобилей
- В) спортивных велосипедов
- Г) кондитерских изделий
- Д) шариковых ручек

В каждой группе факторов укажите 5-7 наиболее важных. Проранжируйте важность факторов макросреды для каждого из перечисленных производителей, сравните полученные результаты, попробуйте объяснить, почему для каждого предприятия результаты ранжирования могут быть разными.

### Задание 8.

Крупный производитель алкогольных напитков планирует выпустить «безалкогольный напиток для взрослых»- социально- приемлемую замену более крепких напитков. Новый напиток стоит дешевле и практически не содержит алкоголя. Какие факторы культурной среды могут повлиять на успех этого товара?

**Задание 9.**

Вспомните хорошо знакомое вам предприятие или придумайте предприятие сами.

Определите организации, которые являются для вашего предприятия: маркетинговыми посредниками, поставщиками, конкурентами, потребителями и контактными аудиториями.

Опишите взаимодействие этих организаций с вашим предприятием.

Перечислите факторы макросреды из разряда демографических, экономических, политических, природных, научно- технических и культурных, которые оказывают влияние на деятельность вашего предприятия.

Какие изменения могут произойти в маркетинговой среде вашего предприятия, как предприятие может на них отреагировать? Может ли оно не просто приспособливаться к изменениям маркетинговой среды, но и управлять ею?.

**Задание 10. Факторы маркетинговой среды предприятия.**

Определите контролируемые и неконтролируемые факторы маркетинговой среды предприятия?

ОАО «Хлебопродукт» основано в 1984 г. на базе областного управления пищевой промышленности. Сегодня предприятие объединяет 8 хлебозаводов и хлебокомбинатов в областных центрах, выпекающих ежедневно 120 т хлебобулочных изделий более 35 наименований. Единая торговая сеть из 50 магазинов- ФОРТ «Хлебторг» создана в 1998 г. Также в составе «Хлебопродукт» работают цех по переработке сельскохозяйственного сырья, производящий мясной фарш, предприятие «Родник», выпускающее консервированные овощи, соки и экологически чистую воду «Родничок» и безалкогольные напитки на ее основе, элеватор емкостью 20 тыс.т. зерна, завод по производству подсолнечного масла и сеть кондитерских цехов, выпускающих более 30 наименований тортов, пирожных, пряников, печенья и восточных сладостей.

Контролируемый фактор	Неконтролируемый фактор
Уровень квалификации персонала	Покупательская способность населения
Налаженные контакты с партнерами	Рыночная активность конкурентов

**Задание 11**

Из перечисленных ниже факторов выберите те, которые контролирует служба маркетинга, и факторы, которые не контролирует служба маркетинга. Заполните таблицу.

1. Выбор целевых рынков.
2. Потребители.
3. Конкуренция.
4. Выбор целей маркетинга.
5. Правительство.
6. Выбор организации маркетинга.
7. Экономика.
8. Выбор структуры маркетинга.
9. Технология.
10. Независимые средства массовой информации.

Таблица 1. Факторы, контролируемые и неконтролируемые маркетингом

Факторы, контролируемые маркетингом	Факторы, не контролируемые высшим руководством и маркетингом
?	?

## Задание 12.

Назовите три отрасли промышленности, на деятельность которых могут оказывать влияние политические перемены, произошедшие в стране в последнее время. Назовите три возможные стратегии для каждой из названных отраслей, которые помогут адаптироваться к происходящим изменениям в политической жизни.

Можно ли предвидеть изменения политической среды? Как предприятия должны планировать свою деятельность в условиях неопределенности в политической среде?

## Задание 13. Определение индекса покупательской способности территории.

Индекс покупательской способности ( $B_i$ ) рассчитывают по формуле:

$$B_i = 0.5u_i + 0.3r_i + 0.2p_i$$

$u_i$  - располагаемый доход жителей региона I, идущий на потребление

$r_i$  - объем продаж в сфере розничной торговли в регионе I

$p_i$  - процентная доля населения региона I в численности населения страны.

Вариант 1.

Рассчитайте индекс покупательской способности для оценки процента продаж в регионе, если процентная доля населения региона составляет в численности населения страны 10%; доля дохода, идущая на потребление - 24%; процент розничных продаж, приходящийся на данный регион, составляет 12% совокупного объема розничных продаж.

Вариант 2.

Рассмотрите статистические показатели потребления некоторых регионов Центрального федерального округа ЦФО России. Рассчитайте долю населения каждого региона от общей численности населения ЦФО и долю в общем обороте розничной торговли. По полученным данным определите индексы покупательской способности территорий.

область	Объем располагаемого дохода на потребление, %	Годовой объем продаж розничной торговли, тыс.руб.	Численность населения, тыс.человек	Индекс покупательской способности ( $B_i$ )
ЦФО		2081496228	37151	
1. Брянская	78,5	75343655	1309	
2. Владимирская	79,8	83185575	1449	
3. Воронежская	71,4	122747870	2280	
4. Рязанская	74,3	63273627	1165	
5. Смоленская	72,2	52077525	983	
6. Тульская	74,6	85742845	1566	
7. Ярославская	76,5	79876820	1315	
8. Московская	70,0	383875840	6673	
9. Москва	60,0	596756400	104706	

## РАЗДЕЛ 3. КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА

### Вопросы для контроля

1. Сущность маркетинговых исследований
2. Виды маркетинговых исследований
3. Организация маркетинговых исследований
4. Что такое маркетинговая информационная система?
5. Какие основные этапы включает в себя проведение маркетингового исследования?
6. Какие маркетинговые исследования называются полевыми, а какие кабинетными?
7. Почему исследования начинают со сбора вторичных данных и только потом переходят к сбору первичных?
8. Какие существуют методы количественного и качественного исследования?

9. Какие преимущества и недостатки можно отметить у следующих видов опроса: почтовый, телефонный, личный, по Интернету?

### Задание 1.

Распределите в логическую цепь следующие пункты маркетингового исследования (рис.):

1. Сбор информации.
  2. Отбор источников информации.
  3. Выявление проблем и формулирование целей исследования.
  4. Анализ собранной информации.
  5. Представление полученных результатов.
- ?    □    ?    □    ?    □    ?    □    ?

Рис 15. Пункты маркетингового исследования

### Задание 2.

Расставьте в правильной последовательности операции, составляющие процесс маркетингового исследования?

1. Рекомендации.
2. Получение первичной информации.
3. Определение проблемы.
4. Исследование результатов.
5. Анализ данных.
6. Анализ вторичной информации.

### Задание 3.

Объясните разницу между первичной и вторичной информацией.

Исследователи обычно начинают процесс сбора необходимых данных с изучения вторичной информации. Какими источниками этой информации может воспользоваться директор крупного магазина спортивной одежды, интересующийся тенденциями в потребительских предпочтениях?

### Задание 4.

Какой из представленных вопросников является скрытым, какой открытым.

**А:**

1. Как Вы считаете, почему люди покупают спортивные машины?
2. Какие факторы учитывают люди при их приобретении?
3. Думают ли люди, приобретающие спортивные машины, о престиже?

**В:**

1. Почему Вы покупаете спортивную машину?
2. Какие факторы вы при этом учитываете?
3. Важен ли для вас престиж при покупке спортивной машины?

### Задание 5.

Какие из ниже перечисленных понятий являются внешними, а какие – внутренними источниками вторичной информации при проведении маркетингового исследования:

1. сообщения торгового персонала самого предприятия
2. данные международных организаций, правительства, официальной статистики
3. финансовые отчеты, подготовленные бухгалтерией предприятия
4. данные ранее проведенных маркетинговых исследований
5. научные исследования, проводимые специализированными маркетинговыми организациями
6. информация, полученная с выставок, ярмарок, конференций и совещаний
7. обзоры жалоб потребителей.

8. результаты научных исследований, собранные различными организациями (торговыми палатами, торговыми ассоциациями и т.д)

### Задание 6.

Заполнить таблицу примеров предварительных и завершающих исследований.

1. Почему столь велика текучесть торговых работников?
2. Проведение экспериментов в магазине для определения эффекта.
3. Эффективна ли реклама?
4. Обсуждение среди ведущих сотрудников с целью определения размера снижения цены.
5. Опрос торгового персонала, беседы с руководителями сбытовых служб.
6. Почему падает сбыт?
7. Обсуждение среди ведущих сотрудников с целью формирования эффективности.
8. Окажет ли снижение цены на 10% существенное воздействие на сбыт.
9. Опрос потребителей и непотребителей для измерения запоминаемости рекламы.
10. Приведет ли снижение цены к увеличению объема сбыта?
11. Обсуждение среди ведущих сотрудников с целью выявления основной проблемы.
12. Могут ли потребители вспомнить рекламное объявление через день после его появления?

Таблица. Примеры предварительных и завершающих исследований

1. Неопределенная постановка проблемы	2. Предварительное исследование	3. Конкретизация проблемы	4. Завершение исследования
?	?	?	?
?	?	?	?
?	?	?	?

### Задание 7.

При маркетинговых исследованиях проводятся: а) исследования рынка и продаж;  
б) исследование продукта.

Укажите, какие из нижеперечисленных высказываний относятся к исследованию рынка и продаж, а какие - к исследованию продукта:

1. Генерация идей о новых продуктах;
2. Прогноз объема продаж;
3. Получение информации о конкурентах;
4. Тестирование продукта;
5. Оценка емкости рынка;
6. Анализ тенденций изменения рынка;
7. Организация маркетинга тестируемых продуктов;
8. Определение характеристики рынка и его сегментов;
9. Разработка концепции тестирования продукта;
10. Получение информации о существующих и потенциальных потребителях;
11. Исследование и испытание различных видов упаковки;
12. Выявление системы предпочтений потребителей.

### Задание 8.

При маркетинговых исследованиях проводятся: а) исследования цен; б) исследования продвижения продукта; в) исследования по доведению продукта до потребителя. Укажите, какие из нижеперечисленных высказываний относятся к исследованию цен, какие - к исследованию продвижения продукта и какие - к исследованию по доведению продукта до потребителя:

1. Исследование месторасположения складов;
2. Исследование взаимосвязи между ценой на продукт и спросом;
3. Исследование эффективности рекламной деятельности;

4. Комплексный соотносительный анализ различных средств и методов продвижения продукта;
5. Исследование месторасположения точек розничной торговли;
6. Прогнозирование ценовой политики для разных стадий жизненного цикла продукта;
7. Исследование месторасположения сервисных служб;
8. Исследование эффективности различных средств массовой информации.

#### **Задание 9.**

Какие внешние источники информации для разработки маркетинговых планов может сегодня в российских условиях использовать небольшое предприятие (количество работников от 50 до 100 человек), занимающееся производственной деятельностью?

#### **Задание 10.**

Вы пытаетесь убедить перспективного торгового посредника взять на реализацию ваши товары. Он незнаком с ни вами, ни с вашими товарами. Укажите виды документов или информации, которую вы предоставите ему, чтобы получить его согласие.

#### **Задание 11.**

Рязанское ЗАО «Мебель», выпускающее корпусную и мягкую мебель, собирается открыть специализированные магазины в Орловской и Воронежской областях. Какие кабинетные исследования ему следует провести и где можно получить необходимую для этого информацию? Какие полевые исследования целесообразно выполнить и какова их цель?

### **РАЗДЕЛ 4. ТОВАР И ТОВАРНАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ**

#### **Вопросы для контроля**

1. Дайте маркетинговое определение товара.
2. Чем характеризуются товары повседневного спроса? Привести примеры.
3. Что понимают под ассортиментной политикой предприятия. Каким образом происходит обновление и изменение товарного ассортимента фирмы?
4. Опишите факторы, характеризующие различные фазы жизненного цикла товара.
5. Каковы основные этапы жизненного цикла товара? В чем заключаются действия маркетинговой службы на данных этапах?
6. В каких случаях предприятие использует стратегию широкого проникновения?
7. Что характеризует новый товар? В чем суть метода «мозговой атаки»?
8. Дайте полную характеристику рыночной атрибутике товара.
9. Какой закон в Российской Федерации регулирует отношения, возникающие в связи с регистрацией, охраной и использованием товарных знаков?
10. Пути совершенствования марочной политики российских предприятий.
11. Чем отличается услуга от товара? В чем сущность инновационной политики в сфере услуг?
12. Какие основные этапы создания товара- новинки вам известны?
13. Какими характеристиками описывается номенклатура товара?
14. В чем привлекательность франчайзинга? Приведите примеры такой формы ведения бизнеса среди российских предприятий.
15. В чем заключается трехуровневый анализ товара, для кого и для чего его необходимо делать?

#### **Задание 1.**

Какой этап жизненного цикла на российском рынке переживают следующие товары:

- натуральная минеральная вода «Боржоми»
- автомобиль «Лада»
- напиток «Кока-Кола»
- аспирин «Упса»

## Задание 2. Анализ структуры товара по трем уровням.

Какова структура такого товара, как жидкое мыло, в соответствии с трехуровневой схемой?

Товар	Трехуровневая структура товара		
	Замысел	Реальное исполнение	Подкрепление
Жидкое мыло	Потребность в гигиене	Товар имеет привлекательную упаковку, отвечающую эргономическим требованиям. Состав мыла содержит компоненты, оказывающие не только гигиеническое, но и косметическое действие	На упаковке размещен номер телефона, по которому бесплатно можно получить консультацию у производителя
Декоративная косметика			
Кофе растворимый			
Сервиз столовый			
Карамель			
Батон нарезной			
Мясные полуфабрикаты			

## Задание 3.

Продолжите перечень примеров российских брендов, создаваемых на разной основе:

- фамилия владельца предприятия в качестве словесного товарного знака, перешедшего в бренд, - водка «Смирновъ», ювелирные изделия «Фаберже».....
- наименование места происхождения товара- пиво «Жигулевское», минеральная вода «Ессентуки».....

## Задание 4.

В таблице представлены варианты стратегий маркетинга применительно к показателям цены товара и затрат на маркетинг. Графы по вертикали характеризуют затраты на маркетинг, а по горизонтали - цену товара. Каждое пересечение вертикали и горизонтали дает название стратегии маркетинга. Стратегии маркетинга:

1. Широкое проникновение на рынок;
2. Интенсивный маркетинг;
3. Пассивный маркетинг;
4. Выборочное проникновение на рынок.

## Задание 5.

По статистическим данным, из 10 введенных на рынок товаров 8 снимается. Известно, что из 100% случаев снятия товара с рынка в 45% случаев он снимается по первой причине, в 25% - по второй, в 20% - по третьей, в 17% - по четвертой, в 14% - по пятой, в 12% случаев — по шестой причине:

- а) ошибочное определение спроса;
- б) недостаточная реклама и спрос;
- в) завышенная цена;
- г) ответные действия конкурентов;
- д) неправильно выбранное время;

е) есть переменные производственные проблемы.

Определите, какая же из приведенных причин является первой и составляет 45% влияния, какая из них является второй и т.д.

Ответ дайте в виде: «Первая причина 45%: (формулировка) и т.д.

### Задание 6.

Укажите, какие из приведенных высказываний принадлежат противникам продвижения, а какие - маркетологам?

Продвижение:

1. Порождает погоню за материальными благами.
2. Порождает слишком большие ожидания.
3. Снижает цены.
4. В целом является правдивым.
5. Поддерживает ожидания на высоком уровне.
6. Является нечестным.
7. Слишком большое внимание придается символике и статусу.

### Задание 7. Выбор упаковки товара.

Каковы варианты упаковок для приведенных ниже товаров? Необходимо указать форму упаковки, материал, из которого она будет выполнена, его фактуру и цвет, функциональные приспособления для удобства пользования товаром, содержание маркировки товара и ее расположение на упаковке.

Товар	Форма упаковки	материал	цвет	Функциональное приспособление	Информация
Майонез	Литровая банка	пластмасса	белый	Возможность повторно использовать банку	Информация о товаре на этикетке
Шоколад					
Гель для душа					
Крем для загара					
Комнатные цветы					
Зубная паста					
Сок для детей					

### Задание 8. Структура товарной номенклатуры.

Какова товарная номенклатура магазина товаров народных промыслов «Небылица» для не менее трех уровней продукции при линейке из пяти товарных категорий?

Изделия из дерева	Изделия из глины	Изделия из фарфора	Изделия из камня	Картины
Посуда «Хохлома»	Посуда	Посуда «Гжель»	Шкатулки	Графика
Шкатулки	Статуэтки	Статуэтки	Сувениры	Масло
Матрешки	Свистульки	Копилки	Украшения	Вышивка

Вариант 1.

Составьте товарную номенклатуру продуктового магазина «Черный кот», ориентированного на средний ценовой сегмент. Укажите не менее четырех уровней продукции при линейке из пяти товарных категорий.

Вариант 2.

Составьте товарную номенклатуру магазина игрушек «Мир сказок», указав не менее трех уровней продукции при линейке из пяти товарных категорий.

**Задание 9. Управление ассортиментом на основе величины маржинальной прибыли.**

Маржинальная прибыль определяется как разность между отпускной ценой товара и переменными издержками на его производство. Суммарная маржинальная прибыль определяется умножением маржинальной прибыли по каждой единице товарной номенклатуры на количество выпускаемых товаров данного типа.

В таблице приведены отдельные показатели производства продукции хладокомбината «Морозко». Расчет маржинальной прибыли и суммарной маржинальной прибыли позволяет увидеть, что наиболее прибыльным является мороженное «Пломбир», хотя у него не самый высокий объем продаж и достаточно большие производственные издержки.

товар	Отпускная цена товара, руб	Переменные издержки на единицу товара, руб	Объем продаж за отчетный период, тыс.шт	Маржинальная прибыль, тыс.руб.	Суммарная маржинальная прибыль, тыс.руб.
«Пломбир»	25	10	13	15	195
«Сливочное»	20	8	10	12	120
«Лакомка»	28	9	8	19	152
«Пингвинчик»	15	7	12	8	96
«Ваня»	12	5	12	7	84
«Маня»	12	5	14	7	98

Вариант 1.

Кондитерская фабрика «Зорька» планирует на 10% поднять отпускную цену на шоколадные конфеты при сохранении прежних переменных издержек. Ожидается, что объем продаж может сократиться на 4% по всем категориям товара. Рассчитайте для каждого товара долю изменения суммарной маржинальной прибыли. Какой вид товара больше всего пострадает от изменения цены?

товар	Отпускная цена товара, руб	Переменные издержки на единицу товара, руб	Маржинальная прибыль, тыс.руб.	Объем продаж за отчетный период, тыс.шт	Суммарная маржинальная прибыль, тыс.руб.
«Сласть»	25	8		100	
«Привет»	28	8		90	
«Улыбка»	29	9		80	
«Мальш»	30	7		90	
«Узорочье»	28	9		70	
«Орешек»	30	8		75	

Вариант 2.

Ресторан «Мираж» испытывает финансовые затруднения, из-за чего планирует сократить ассортимент блюд. Рассмотрите ассортимент салатов ресторана. Какие три блюда нужно исключить?

товар	Отпускная цена	Переменные издержки	Маржинальная прибыль	Объем продаж	Суммарная маржинальная прибыль
-------	----------------	---------------------	----------------------	--------------	--------------------------------

	Ключевая цена товара, руб	Переменные издержки на единицу товара, руб	Максимальная прибыль, тыс.руб.	Объем продаж за отчетный период, тыс.шт	Максимальная маржинальная прибыль, тыс.руб.
«Тысяча островов»	110	18		145	
«Цезарь»	110	16		150	
«Барон»	115	12		190	
«Фисташка»	112	11		220	
«Гранатовый браслет»	100	12		220	
«Морской»	90	13		225	
«Ассорти»	95	10		200	

### Задание 10.

Назовите товары и товарные марки, ставшие культурными символами следующих стран:

- Россия
- Япония
- Германия
- Франция
- Италия
- Англия
- Швейцария

Например, культурными символами США являются товарные марки «Calvin Klein», «McDonalds», «Coca-Cola», «Ford».

### Задание 11.

На этапе разработки процесса создания нового товара проводятся испытания его образца в условиях, максимально приближенных к тем, в которых продукция будет эксплуатироваться потребителями. Предложите различные испытания для следующих новинок:

- легковой автомобиль среднего класса
- туристический рюкзак
- шампунь
- жевательная резинка.

### Задание 12.

Разработайте ассортимент товаров, продаваемых в магазинах с такой вывеской:

1. «Чай- кофе»
2. «Парижанка»
3. «Черный кот»
4. «Товары для красоты и здоровья»
5. «Пятачок»

Для каждого магазина придумайте не менее 20 конкретных примеров товаров.

Какие ассортиментные группы могут быть предложены в каждом магазине?

Каковы широта, насыщенность, глубина и гармоничность товарного ассортимента этих магазинов?

### Задание 13.

Завершить схему процесса эффективной продажи, распределив в нужном порядке следующие этапы (рис.):

1. Подход к клиенту;
2. Доведение до конца работ по сделке и проверка результатов;
3. Предварительная подготовка к визиту;

4. Преодоление возражений;
5. Отыскание и оценка потенциальных покупателей;
6. Презентация и демонстрация товара;
7. Заключение сделки.

Рис 24. Схема процесса эффективной продажи

#### Задание 14.

Изучите типичные заблуждения менеджеров при принятии решения о судьбе новой технологии на его предприятии, характерные сегодня для стран развитого рынка. Можно ли назвать их характерными для России?

*Заблуждение 1.* При выборе новой технологии исходят из ее привлекательности и грандиозных возможностей, которые она сулит. На самом деле надо исходить из того, насколько она будет удовлетворять требования потребителей.

*Заблуждение 2.* Считается, что при выборе новой технологии необходимо исходить из анализа теоретической рациональности и целесообразности ее внедрения. На самом деле надо учитывать сильное влияние нынешней практики и прошлого опыта.

*Заблуждение 3.* Все усовершенствования и нововведения, в конце концов, будут восприняты и переняты. На самом деле надо осознать, что большинство из них не окончится и не должно окончиться успехом.

*Заблуждение 4.* Технологические усовершенствования обладают самостоятельной ценностью. На самом деле только потребитель определяет их истинную ценность.

*Заблуждение 5.* Выигрывают принципиально новые технологии. На самом деле новое не всегда значит лучшее.

*Заблуждение 6.* Перспективы применения новой технологии предопределяют ее успешное внедрение. На самом деле решающим фактором часто является инфраструктура, необходимая для ее внедрения.

Продумайте, имеются ли сегодня в России объективные условия для воспроизведения подобных ошибок.

#### Вопросы для контроля.

1. Какая связь между позиционированием и сегментированием? Приведите конкретные примеры.
2. Какие существуют стратегии позиционирования?
3. Какие ошибки позиционирования вы знаете?
4. Как можно позиционировать различные учебные заведения (вуз, школа бизнеса, детская музыкальная школа, детский сад)?

#### Задание 1.

Выберите из столбца 2 примеры, соответствующие различным стратегиям позиционирования из столбца 1.

Стратегия позиционирования	Примеры
1	2
1. позиционирование по характеристикам товара	А) «НТВ- плюс,»- это более чем 40 телевизионных каналов»
2. позиционирование по выгодам	Б) «Батончик «Финт»- только для тех, кто правда крут»
3. позиционирование по использованию или применению	В) автомобили «Subaru» сопоставимы по безопасности с автомобилями «Volvo»
4. позиционирование по потребителю	Г) «Балтика»- знаменитое пиво России»
5. позиционирование по конкуренту	Д) «Indesit»: мы работаем, вы отдыхаете»
6. позиционирование по классу	Е) «Preferens» от «LOreal»: «Стоит дороже,

товара	но вы этого достойны»
7. позиционирование по культурным символам	Ж) «Orbit»- самая вкусная защита от кариеса»
8. позиционирование по соотношению цена/ качество	З) Маргарин «Пышка»- всегда успешная выпечка»

Приведите по два примера использования каждой из восьми стратегий позиционирования.

### Задание 2.

Выберите из нижеперечисленных факторов те, от которых зависит спрос на товар:

- доход покупателя
- вкусы и предпочтения покупателя
- накопленное имущество
- покупательная способность покупателя
- цена товара
- мнение покупателя относительно перспектив своего экономического положения
- доля расходов на сырье и материалы
- объем поставок
- мировое регулирование цен
- условия поставок
- ожидание роста цен в перспективе

### Задание 3.

Разработайте варианты позиционирования новых товаров на основании анализа атрибутов позиционирования, уже используемых существующими товаропроизводителями, и обоснуйте, почему предложенные вами варианты смогут конкурировать с существующими на рынках фирмами: жевательной резинки, стирального порошка, детской одежды, журналов для женщин и мужчин, прохладительных напитков.

## РАЗДЕЛ. 5 СЕГМЕНТИРОВАНИЕ РЫНКА)

### Вопросы для контроля:

1. Что такое сегментирование (сегментация)? Какие этапы включает в себя процесс сегментирования?
2. Каковы основные характеристики рыночного сегмента?
3. С какой целью предприятие проводит сегментирование на рынке потребительских товаров?
4. Каким основным условиям должен отвечать сегмент рынка? Охарактеризуйте этапы сегментации.
5. Перечислите критерии оценки сегмента рынка.
6. Сегментирование рынка по группам потребителей
7. Сегментирование рынка по группам продуктов
8. Сегментирование рынка по конкурентам
9. Назовите социально- демографические признаки сегментирования рынка.

### Задание 1.

Распределите приведенные ниже критерии сегментирования потребительского рынка по группам, используя схему:

1. возраст
2. стиль жизни
3. регион
4. пол
5. личные качества
6. уровень дохода

7. город или сельская местность
8. размер семьи
9. статус пользователя
10. интенсивность потребления
11. род занятий (профессия)
12. общественный класс
13. степень приверженности к товару
14. искомые выгоды при покупке товара
15. рельеф
16. образование
17. национальность
18. плотность населения
19. отношение к товару
20. климат

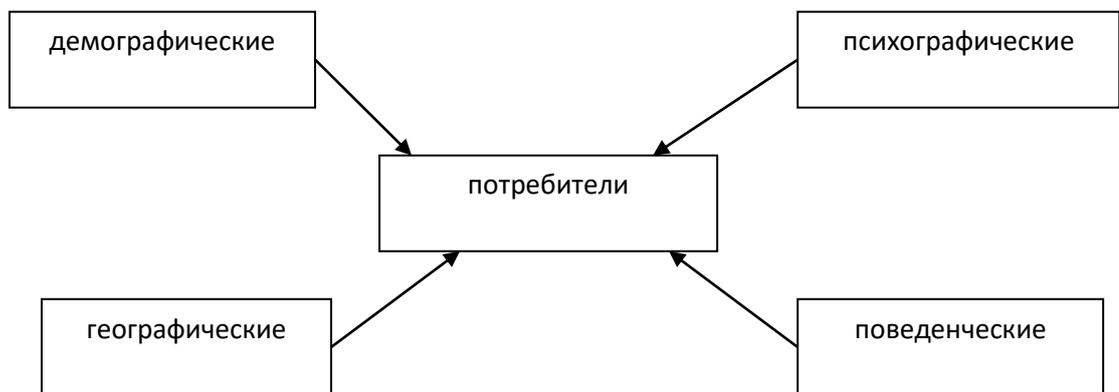


Схема. Распределение критериев сегментирования потребительского рынка по группам.

### Задание 2. Выбор критериев сегментирования.

Каковы критерии сегментирования потребителей для каждого товара? Необходимо обосновать свой выбор

товар	Географический критерий	Демографический критерий	Психографический критерий	Поведенческий критерий
Карманные электрические фонарики	Страна, климат	Возраст, пол	Стиль жизни	Повод
Зубная паста				
Овощи				
Строительные материалы				
Художественные книги				

### Задание 3.

Разработайте возможно более полный перечень критериев сегментирования потребителей, которые целесообразно учитывать для успешного бизнеса:

1. пивоваренному заводу
2. производителю домашней обуви
3. производителю косметических средств по уходу за волосами
4. производителю автомобильной косметики
5. фабрике игрушек

6. фабрике по пошиву верхней одежды
7. производителю холодильников

какая дополнительная информация для сегментирования потребителей названных товаров вам может потребоваться

#### Задание 4.

Заполните блок-схему (рис.), включив в нее соответствующие этапы:

1. Исследование поведения покупателей;
2. Исследование предполагаемой реакции на введение нового товара;
3. Определение емкости рынка и (или) отдельных его сегментов;
4. Изучение деятельности конкурентов;
5. Прогноз сбыта товара.

?        ?        ?        ?        ?

Рис 21. Схема анализа рынка сбыта фирмой

#### Задание 5.

Заполните в нужном порядке представленную блок-схему сегментационного подхода (рис.).

1. Выбор потребительского сегмента.
2. Создание соответствующего плана маркетинга.
3. Определение характеристик и требования потребителей в отношении товаров и услуг, предлагаемых компанией.
4. Разработка профилей групп потребителя.
5. Анализ сходства и различия потребителей.
6. Определение места предложения компании на рынке относительно конкуренции.

?        ?        ?        ?        ?

Рис 22. Блок-схема сегментационного подхода

### РАЗДЕЛ 6. МАРКЕТИНГОВЫЕ СТРАТЕГИИ, СУЩНОСТЬ, ВИДЫ, ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

#### Вопросы для контроля.

1. Какой вид планирования называют стратегическим?
2. Каковы основные этапы стратегического планирования?
3. Каковы требования к целям? Назовите основные маркетинговые цели.
4. Какие методы прогнозирования используются при планировании?

#### Задание 1. Виды маркетинговых задач.

Какие из приведенных ниже задач являются стратегическими, а какие- тактическими:

- активизация бизнеса
- формирование принципов выхода на рынок (сегмент) с новым товаром
- кооперация с иностранной фирмой для выхода на те рынки, где не удавалось до сих пор успешно работать
- планирование и организация товародвижения
- совершенствование организационной структуры управления фирмой
- планирование и организация рекламы и стимулирования продаж в соответствии с жизненным циклом каждого товара
- организация совместной с иностранным партнером фирмы за рубежом
- быстрое наращивание рыночных операций
- получение прибыли
- контроль качества продукции, сырья
- быстрый уход с рынка
- усиление деятельности на рынке

- постепенное свертывание рыночных операций
- наращивание или быстрое наращивание рыночных операций
- постепенное свертывание рыночных операций
- усиление позиций или уход с рынка
- позиционирование нового продукта
- осторожное продолжение рыночных операций или их наращивание.

### Задание 2. Определение стратегии компании.

Каков тип описанных маркетинговых стратегий? Необходимо обосновать ответ, подчеркнув в действиях компании одну или две наиболее характерные черты указанной стратегии.

Фабрика «Русский текстиль» выбирает один из трех вариантов стратегии развития:

1. разработка новых видов тканей на основе современных технологий
2. формирование сети фирменных магазинов для реализации текстиля
3. организация производства постельного белья

Стратегия	Обоснование стратегии
Совершенствование товара	Компания увеличивает сбыт за счет создания новых или усовершенствованных товаров для существующих рынков
Прогрессивная интеграция	Контроль системы распределения
Концентрическая диверсификация	Пополнение своей номенклатуры изделиями, схожими с существующими товарами фирмы

Вариант 1.

Мясокомбинат выбирает один из трех вариантов стратегии развития:

1. развитие собственных животноводческих ферм
2. разработка новых сортов колбасных изделий, которые понравились бы постоянным покупателям
3. освоение рынков двух стран дальнего зарубежья. В настоящий момент мясокомбинат стабильно работает на внутреннем рынке, периодически получая заказы из-за рубежа.

Вариант 2.

Производитель декоративной косметики марки «Жемчужинка» выбирает стратегию развития:

1. привлечение покупателей косметики конкурентов посредством широкомасштабной рекламной компании
2. налаживание продажи косметики через салоны красоты
3. разработка серии декоративной косметики для девочек.

### Задание 3.

Известно, что фирма выпускает продукцию производственного назначения. Напишите, с чем, в первую очередь, должны быть связаны ее цели для того, чтобы бизнес был успешным.

Цели фирмы связаны с:

1. ....
2. ....
3. ....

Предложены на выбор направления, с которыми могут быть связаны цели:

1. Обслуживание потребителей;
2. Стимулирование продаж;

3. Рекламные темы;
4. Продажа основным потребителям;
5. Доля прибыли;
6. Разработка новой продукции;
7. Расходы на рекламу;
8. Усилия торговых агентов;
9. Политика ценообразования.

#### **Задание 4.**

Известно, что фирма занимается производством потребительских товаров. Напишите, с чем, в первую очередь, должны быть связаны ее цели для того, чтобы бизнес был успешным.

Цели фирмы связаны с:

1. ....
2. ....
3. ....

Предложены на выбор направления, с которыми могут быть связаны цели:

1. Обслуживание потребителей;
2. Стимулирование продаж;
3. Рекламные темы;
4. Продажа основным потребителям;
5. Доля прибыли;
6. Разработка новой продукции;
7. Расходы на рекламу;
8. Усилия торговых агентов;
9. Политика ценообразования.

#### **Задание 5.**

Известно, что фирма занимается делом в области сервиса. Напишите, с чем, в первую очередь, должны быть связаны ее цели для того, чтобы бизнес был успешен.

Цели фирмы связаны с:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

Предложены на выбор направления, с которыми могут быть связаны цели:

1. Обслуживание потребителей;
2. Стимулирование продаж;
3. Рекламные темы;
4. Продажа основным потребителям;
5. Доля прибыли;
6. Разработка новой продукции;
7. Расходы на рекламу;
8. Усилия торговых агентов;
9. Политика ценообразования.

#### **Задание 6.**

Укажите, к каким из приведенных альтернативных стратегий маркетинга относятся следующие определения.

Стратегии:

1. Диверсификации.

2. Развития рынка.
3. Проникновения на рынок.
4. Разработки товара.

Определения:

а) фирма стремится расширить сбыт имеющихся товаров на существующих рынках при помощи интенсификации товародвижения, поступательного продвижения самых конкурентоспособных товаров;

б) фирма делает упор на новые модели, улучшение качества, разрабатывает новые или модифицированные товары для существующих рынков;

в) фирма выпускает новые товары, ориентированные на новые рынки; цели распределения, сбыта и продвижения отличаются от традиционных для фирмы;

г) фирма стремится расширить свой рынок, возникают новые сегменты на рынке; для хорошо известной продукции выявляются новые области применения.

**Задание 7.** Расположите последовательно этапы прогресса стратегического планирования.

1. Установление целей маркетинга.
2. Реализация тактики.
3. Слежение за результатом.
4. Определение задачи организации.
5. Ситуационный анализ.
6. Создание стратегических хозяйственных подразделений.
7. Разработка стратегии маркетинга.

**Задание 8. Прогноз объемов продаж компании.**

При прогнозировании объема продаж на основе экстраполяции простой скользящей средней исходят из предположения, что следующий во времени показатель по своей величине будет равен средней, рассчитанной за последний интервал времени.

Прогноз объема продаж, тыс.шт., на июнь:

$$(125 + 123 + 130 + 119 + 126) / 5 = 124.6$$

Более точный прогноз объема продаж может быть получен при помощи экстраполяции взвешенной скользящей средней. В этом случае объему продаж за последний месяц придается пятикратный вес, за предпоследний- четырехкратный и т.д., а потом сумма всех произведений делится на сумму добавленного веса.

Прогноз объема продаж, тыс.шт., на июнь:

$$(125 \times 1 + 123 \times 2 + 130 \times 3 + 119 \times 4 + 126 \times 5) / (1 + 2 + 3 + 4 + 5) = 124.5$$

Таким образом, прогноз объема продаж на июнь составляет от 124.5 тыс. шт до 124.6 тыс.шт

Вариант 1.

Динамика объема продаж муки за последние пять месяцев представлена ниже. Составьте прогноз продаж на июнь методом экстраполяции скользящей средней.

Месяц	январь	февра ль	март	апрель	май
Объем продаж, ц	250	230	225	234	226

Вариант 2.

Динамика объема продаж кофемолок за последние пять месяцев представлена ниже. Составьте прогноз продаж на сентябрь методом экстраполяции скользящей средней.

Месяц	август	сентяб рь	октябр ь	ноябр ь	декабр ь
Объем продаж, ц	656	530	442	523	668

### Задание 9. Прогнозирование финансового результата компании.

Руководитель предприятия по производству хлебобулочных изделий прогнозирует финансовый результат на следующий месяц. Постоянные затраты в предыдущем месяце составили 1450 тыс.руб, переменные затраты за единицу продукции- 7 руб, а средняя цена реализации продукции- 12 руб. в следующем месяце ожидается рост переменных затрат на 10% и постоянных затрат- на 5%, связанный с повышением заработной платы персонала. Цену планируется поднять на 7%. По результатам экспертного опроса объем продаж составит: минимальный-280 500 ед, максимальный- 340 000 ед., наиболее вероятный объем продаж- 320 500 ед. Каковы маржинальный доход на единицу продукции, точка безубыточности в натуральном и стоимостном выражении, прибыль (убыток) при минимальном, максимальном и наиболее вероятном объеме продаж?.

Определим переменные и постоянные затраты, руб., а также цену реализации, руб., на следующий год с учетом роста:

- переменные затраты:  $7 \times 1.1 = 7.7$
- постоянные затраты:  $145\ 000 \times 1.05 = 1\ 522\ 500$
- цена реализации:  $12 + 12 \times 1.07 = 12.84$

Маржинальный доход на единицу продукции, руб., рассчитывается как разница между ценой единицы продукции и переменными затратами на единицу продукции:  $12.84 - 7.7 = 5.14$

Определим точку безубыточности в натуральном выражении (ед.продукции). Для этого разделим совокупные постоянные издержки на маржинальный доход единицы продукции:  $1\ 522\ 500 / 5.14 = 296\ 206$

Рассчитаем точку безубыточности в стоимостном выражении, руб. Для этого точку безубыточности в натуральном выражении умножим на цену реализации:  $296\ 206 \times 12.84 = 3\ 803\ 285$

Определим финансовый результат деятельности компании, руб при различных объемах продаж:

- при минимальном объеме продаж:  
 $12.84 \times 280\ 500 - (1\ 522\ 500 + 7.7 \times 280\ 500) = -80\ 730$
- при максимальном объеме продаж:  
 $12.84 \times 340\ 000 - (1\ 522\ 500 + 7.7 \times 340\ 000) = 225\ 100$
- при наиболее вероятном объеме:  
 $12.84 \times 320\ 500 - (1\ 522\ 500 + 7.7 \times 320\ 500) = 124\ 870$

#### Вариант 1.

Руководитель предприятия по производству безалкогольных напитков прогнозирует финансовый результат на следующий месяц. Постоянные затраты в предыдущем месяце составили 5350 тыс. руб, переменные затраты за единицу продукции- 18 руб, а средняя цена реализации продукции – 23 руб В следующем месяце ожидается рост переменных затрат на 8% и постоянных затрат на 4%, связанный с повышением заработной латы персонала. Цену планируется поднять на 10%. По результатам экспертного опроса объем продаж составит: минимальный-880 500 ед, максимальный - 1 010 000 ед., наиболее вероятный объем продаж- 960 500 ед. Определите

маржинальный доход на единицу продукции, точка безубыточности в натуральном и стоимостном выражении, прибыль (убыток) при минимальном, максимальном и наиболее вероятном объеме продаж?.

#### Вариант 2.

Руководитель предприятия по производству канцтоваров прогнозирует финансовый результат на следующий месяц. Постоянные затраты в предыдущем месяце составили 2350 тыс. руб, переменные затраты за единицу продукции- 17 руб, а средняя цена реализации продукции – 21 руб В следующем месяце ожидается рост переменных затрат на 5% и постоянных затрат на 3%, связанный с повышением заработной латы персонала. Цену планируется поднять на 6%. По результатам экспертного опроса объем продаж составит: минимальный-540 000 ед, максимальный - 570 000 ед., наиболее вероятный объем продаж- 560 500 ед. Определите маржинальный доход на единицу продукции, точка безубыточности в натуральном и стоимостном выражении, прибыль (убыток) при минимальном, максимальном и наиболее вероятном объеме продаж?.

#### Задание 10. Стратегия агропромышленного предприятия.

Агропромышленная компания ООО «Приволье» основана в 1995 г. Предприятие осуществляет производство и реализацию продуктов питания и сельскохозяйственную продукцию, строительство объектов сельскохозяйственного назначения.

В состав ООО «Приволье» входят следующие подразделения:

- молочно- товарные фермы
- мельница
- корпус переработки маслосемян
- деревообрабатывающий цех
- холодильники
- магазин площадью 1000 м<sup>2</sup>
- прочие здания и сооружения

В штате компании 300 специалистов. Ведется профессиональный отбор сотрудников, разрабатываются планы и программы подготовки персонала. Конкурентоспособность фирмы обеспечивается низкими издержками вследствие организации производства фирмы по замкнутому технологическому циклу: от самостоятельного выращивания кормов и зерна до переработки и реализации продуктов сельхозпроизводства через собственную торговую сеть. Вследствие этого себестоимость фирменной продукции на 10-15% ниже среднеотраслевой. И в течение ближайших одного- двух лет, по расчетам аналитиков, произойдет дальнейшее сокращение внутрипроизводственных издержек, благодаря которым отпускная цена продукции, произведенной на фирме, будет ниже рыночной на 20- 25%.

ООО «Приволье» рассматривает стратегическое решение об открытии собственного цеха по переработке молочной продукции. Ассортимент продукции цеха: пастеризованное молоко, кефир, ряженка, сметана, сливки. Технология производства предусматривает использование старинных рецептур, при применении которых получается продукция с высокими потребительскими качествами. Действующие производственные мощности молочно- товарных ферм позволяют обеспечить сырьевую базу для проектируемого комплекса по производству молочной продукции. Годовое производственное потребление сырья (молока)- 1.8 тыс.т.

Планируемый объем выпуска готовой продукции- 1.6 тыс.т на сумму 23 млн руб. на основе действующих производственных мощностей и их реконструкции. Рынком сбыта продукции могут быть предприятия оптовой и розничной торговли, предприятия общественного питания, а также собственная торговая сеть фирмы.

Форма реализации продукции	Планируемый объем продаж, кг		
	1-й год	2-й год	3-й год
Предприятия оптовой торговли	300 000	700 000	700 000
Предприятия	260 000	600 000	600 000

розничной торговли (собственные продовольственные магазины)			
Предприятия общественного питания	3 000	7 000	7 000
Автолавки	180 000	250 000	250 000
Итого	743 000	1 557 000	1 557 000

Общая стоимость проекта по введению в строй цеха по переработке молока составляет 2.5 млн руб. для реализации проекта агропромышленной компании «Приволье» необходимо привлечение инвестиций. Срок окупаемости кредитных средств- менее двух лет. Проектируемый комплекс обеспечит качественной молочной продукцией местный рынок.

Задания.

1. Опишите элементы маркетингового комплекса агропромышленной компании, учитывая диверсифицированный характер ее товарного предложения.
2. Опишите маркетинговую стратегию компании «Приволье».
3. Определите целевые сегменты для продукции нового цеха.
4. Сформулируйте стратегию позиционирования нового направления компании.

### **Деловая игра «Разработка стратегии маркетинга»**

Союз предпринимателей региона принял решение оказать финансовую поддержку одной из фирм, имеющей приоритетное значение для хозяйства региона. Поддержка будет выражаться в предоставлении льготных кредитов, налоговых льгот и финансовых субсидий. Союз предпринимателей будет принимать решение на конкурентной основе, для участия в конкурсе необходимо разработать стратегию своей фирмы.

#### **Правила игры**

Участники игры разбиваются на 6 групп, 3 из которых имитируют деятельность фирм участниц конкурса, 2 – деятельность аудиторской службы Союза предпринимателей. Фирмы разрабатывают стратегию развития, аудиторская служба оценивает стратегические возможности фирм, то есть осуществляет проверку реальности и объективности разработанных стратегий. В каждой группе выбирают руководителя, который докладывает результаты на общем обсуждении.

На презентацию выделяется 10 минут, на оценку – 7 минут. После обсуждения стратегий принимается решение о том, какая фирма выиграла конкурс.

#### **Задание**

Группам, имитирующим деятельность фирм – участниц конкурса необходимо на основании имеющейся информации:

- оценить рыночную ситуацию и место фирмы на рынке;
- оценить сильные и слабые стороны своей фирмы с позиций конкурентоспособности;
- выбрать стратегию маркетинга;
- сделать прогнозную оценку основных показателей хозяйственной деятельности;
- разработать программу формирования стратегии позиционирования, имиджа фирмы и продвижения товара.

## **РАЗДЕЛ 7. ЦЕНА И ЦЕНОВАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ**

### **Вопросы для контроля**

1. Каковы сущность и значение цены в маркетинге?
2. Основные цели ценовой политики
3. Факторы, влияющие на ценообразование в маркетинге
4. Чем различаются понятия «цена и ценность»?
5. Этапы разработки ценовой политики.
6. Виды цен при разработке ценовой стратегии

7. Методы установления цен в маркетинге
8. Ценовые стратегии и их реализация.
1. Формирование ценовой политики предприятия
9. Приведите примеры ценовой и неценовой конкуренции.
10. Какие виды цен обеспечивают повышение конкурентоспособности предприятия?

#### **Задание 1.**

Менеджеры магазина, торгующего замороженными морепродуктами, отмечают падение спроса на товар в летнее время. Чем это может быть вызвано? Разработайте предложения по улучшению организации продаж.

#### **Задание 2.**

Предприятие продает игрушки (куклы) по достаточно высокой цене. Предложите ваш вариант увеличения объема продаж товара.

#### **Задание 3.**

В условиях экономического застоя в ряде стран мелкие производители бытовой техники предлагают торговые скидки, а производители автомобилей- низкопроцентные займы. Каковы достоинства и недостатки этих методов снижения цен?

#### **Задание 4.**

Что относится к мерам государственного (прямого административного) регулирования цен из нижеперечисленного, а что - к косвенному государственному регулированию:

1. Субсидирование.
2. Замораживание цен.
3. Кредитование.
4. Налоговая политика.
5. Контроль за ценами монополий и крупных предприятий.
6. Амортизационная политика.
7. Договор с монополиями об ограничении их ценовой деятельности в интересах других производителей.
8. Воздействие на издержки производства отдельных товаров (установление льготных тарифов, цен на сырье, топливо, материалы).
9. Установление границ (диапазон цен).
10. Государственные закупки товаров и услуг у частных фирм, необходимых для функционирования всех видов государственной собственности.
11. Воздействие на спрос и предложение конкретных товаров с целью формирования определенного соотношения между ними.

#### **Задание 5.**

Перечисленные ниже виды цен распределите на две группы. В первой группе укажите те виды цен, которые руководство предприятия может использовать для продвижения на рынке новых изделий, во второй группе - те виды цен, применение которых обеспечивает повышение конкурентоспособности товаров и услуг на уже сформировавшемся рынке сбыта. Заполните таблицу.

Таблица.. Классификация видов цен

Виды цен на новые продукты	Виды цен на уже имеющиеся на рынке товары и услуги
?	?

1. Скользящая падающая цена на изделие и услуги.
2. "Снятие сливок".
3. Долговременная цена.

4. Цена потребительского сегмента рынка.
5. Цена внедрения продукта на рынок.
6. Эластичная (гибкая) цена.
7. "Психологическая" цена.
8. Преимущественная цена.
9. Цена на изделие, уже снятое с производства.
10. Цена "лидера" на рынке или в отрасли.
11. Цена, устанавливаемая ниже, чем у большинства фирм.
12. Договорная цена.
13. Цена с возмещением издержек производства.
14. Престижная цена.

#### **Задание 6.**

Расставьте нижеприведенные виды цен на товары по соответствующим признакам в таблице.

Виды цен: а) оптовая; б) мировая; в) монопольная; г) предложения; д) продажи/купли; е) базисная; ж) розничная; з) цена производства; и) номинальная; к) рыночная; л) твердая; м) скользящая; н) цена спроса.

### **РАЗДЕЛ 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОВАРОВ И ТОВАРОДВИЖЕНИЕ**

1. Что такое канал сбыта и чем определяются его длина и глубина?
2. Зачем нужны посредники? Каковы положительные и отрицательные аспекты работы с посредниками?
3. Какие основные функции выполняют оптовые и розничные торговцы?
4. Какие факторы влияют на выбор канала сбыта?

#### **Задание 1.**

Предложите несколько вариантов каналов распространения для:

1. предприятия, которое разработало принципиально новую модель комбайна для уборки картофеля
2. производителя изделий из пластмассы, создавшего упаковку, в которой приготовленные на пикник продукты хранятся в замороженном виде.

Каковы преимущества и недостатки каждого варианта канала распространения?

#### **Задание 2.**

Перечислите несколько факторов, которые вы бы учли, выбирая населенный пункт для пробных продаж нового вида прохладительного напитка, который затем собираетесь продавать на всей территории России. Было бы место, в котором вы живете, хорошим пробным рынком? Почему?

#### **Задание 3.**

Какие решения относительно распространения товаров вы можете предложить производителю:

1. недорогих пластмассовых шариковых ручек
2. шоколадных конфет в подарочной упаковке
3. полиграфического оборудования
4. изысканных духов
5. экономической литературы
6. прохладительных напитков
7. спортивного инвентаря
8. легковых автомобилей.

Каких торговых посредников вы рекомендуете привлекать для распространения вышеперечисленных товаров? По каким критериям вы осуществляете отбор торговых посредников?

#### **Задание 4. Выбор канала распределения.**

Какое решение следует принять по выбору канала распределения согласно критерию критерию эффективности? Выбор из трех альтернатив:

1. канал нулевого уровня- расходы, связанные с содержанием собственной розничной торговой сети, составляют 150 млн. руб., издержки обращения- 100 млн. руб, прибыль от реализации товара- 500 млн. руб
2. одноуровневый канал (использование посредника- розничной торговли)- издержки обращения- 60 млн. руб., прибыль- 30 млн. руб
3. двухуровневый канал (производитель продает товар оптовому посреднику)- издержки обращения- 40 млн. руб, прибыль- 120 млн. руб

Для выбора канала распределения по критерию эффективности используют формулу отдачи от вложенного капитала (средняя норма прибыли):

$$O = \Pi / V_k \times 100\%$$

$\Pi$ - прибыль, полученная от вложения капитала, руб

$V_k$  – величина вложенного капитала, руб

Используя формулу, рассчитаем отдачу от вложенного капитала (среднюю норму прибыли)-  $O$  по каждому каналу, %

1. каналу нулевого уровня:  $500 / (150 + 100) \times 100\% = 200\%$
2. одноуровневый канал:  $30 / 60 \times 100\% = 50\%$
3. двухуровневый канал:  $120 / 40 \times 100\% = 300\%$

Следовательно, двухуровневый канал более эффективный, так как отдача от вложения капитала (300%)- самая высокая.

#### **Вариант 1.**

Выберите наиболее эффективный канал распределения:

1. канал нулевого уровня- расходы, связанные с содержанием собственной розничной торговой сети, составляют 250 млн. руб, издержки обращения – 100 млн. руб, прибыль от реализации товара- 700 млн. руб.
2. одноуровневый канал- издержки- 160 млн. руб., прибыль может достигнуть 120 млн. руб
3. двухуровневый канал- издержки обращения- 80 млн. руб, плановая прибыль- 120 млн. руб

#### **Вариант 2.**

Рассмотрите три вида каналов распределения и определите, какой наиболее выгоден для производителя:

1. канал нулевого уровня- расходы, связанные с содержанием собственной розничной торговой сети, составляют 100 млн. руб, издержки обращения – 80 млн. руб, прибыль от реализации товара- 360 млн. руб.
2. одноуровневый канал- издержки- 70 млн. руб., ожидаемая прибыль 175 млн. руб
3. двухуровневый канал- издержки обращения- 60 млн. руб, прибыль может составить 130 млн. руб

#### **Задание 5. Определение структуры отдела сбыта.**

Руководителю отдела сбыта компании «ОблКерамзит», производящий керамзит и керамзитобетонные блоки, необходимо выяснить, кто более предпочтителен предприятию- торговый агент или торговый представитель. Для торговых агентов предусмотрен оклад в 14 тыс.руб в месяц и 2% комиссионных; для торгового представителя- гарантийный оклад 6000 руб и 5% комиссионных. Они работают в одной географической области, ожидаемый месячный оборот- 320 тыс. руб

Рассчитаем расходы фирмы на торгового представителя, руб:  
 $6000 + 320\ 000 \times 0.05 = 22\ 000$

Определим расходы на торгового агента, руб:  
 $14\ 000 + 320\ 000 \times 0.02 = 20400$

Таким образом, поскольку на торгового агента расходы меньше, этот вариант предпочтительнее.

Вариант 1.

Организация «Универсал», производящая поддоны, формирует отдел продаж. Для торговых агентов на предприятии предусмотрен оклад 15 тыс. руб. и 2% комиссионных. Торговому представителю гарантирован оклад в 10 тыс.руб. и 4% комиссионных. Они работают в в одной географической области, ожидаемый месячный оборот составит 260 тыс. руб. Определите, кто более предпочтителен предприятию- торговый агент или торговый представитель.

Вариант 2.

Компания «Здравник», занимающаяся реализацией медицинского оборудования, перестраивает отдел продаж. Возможны два варианта- набор торговых агентов (обычная оплата- 16 тыс.руб. в месяц плюс 0.5% комиссионных с объема реализации) или привлечение торговых представителей (без оклада, 3% комиссионных от объемов реализации). При каких объемах реализации в месяц предпочтительнее с точки зрения минимизации выплат работникам первый вариант, при каких- второй?

#### **Задание 6. Определение оптимального числа торговых представителей компании.**

Компания «Хлебпром», работающая на рынке B2B, выбрала в качестве основного метода организации продвижения продукции личные продажи. Отдел сбыта разрабатывает рабочий график для своих торговых представителей. Маркетинговые исследования показали, что можно выделить три категории потребителей с одинаковым временем посещения- 30 мин: А- потребители- посещаются 1 раз в две недели, их количество- 200;

В- потребители- посещаются 1 раз в четыре недели, их количество – 260; С- потребители- посещаются 1 раз в восемь недель, их количество- 600. Каково оптимальное для компании количество торговых представителей?

Рассчитываем время ч, необходимое для посещения всех клиентов компании, исходя из того, что 30 мин = 0.5 ч, в месяце четыре недели:

$$200 \times 0.5 \times 2 + 260 \times 0.5 \times 0.5 = 480$$

Рабочее время одного торгового представителя при нормативе 40 рабочих часов в неделю в месяц составит 160 ч, т.е. чтобы за месяц посетить необходимое число потребителей, необходимы три торговых представителя.

Вариант 1.

Отдел сбыта компании «Щит», занимающейся продажей и установкой автоматических ворот, бронированных дверей и защитных роллставней, планирует рабочий график для своих торговых агентов. Маркетинговые исследования показали, что можно выделить три категории

потребителей с одинаковым временем посещения- 20 мин: А- потребители- посещаются 1 раз в две недели, их количество- 200;

В- потребители- посещаются 1 раз в четыре недели, их количество- 300; с- потребители- посещаются 1 раз в шесть недель, их количество- 360.

Определите оптимальное для компании количество торговых агентов.

#### Вариант 2.

В отделе сбыта компании- производителя тортов «праздник» работают 18 торговых агентов. Предприятие работает с тремя основными сегментами рынка: торговыми сетями, розничными и оптовыми магазинами. Известно, что количество клиентов в каждом сегменте примерно равно.

На посещение каждого необходимо затратить около 30 мин. При этом торговые сети посещаются 1 раз в две недели, оптовые магазины- 1 раз в четыре недели, розничные магазины- 1 раз в восемь недель. Определите количество клиентов компании.

#### Задание 7.

Известно несколько характеристик представителей на рынке, работающих посредниками между производителем и покупателем, а именно:

они получают товары на принципах консигнации от производителей, собирают товары с местных рынков и организуют сбыт;

обычно они не помогают в реализации и продвижении, но обеспечивают кредит, хранение и доставку, а также представляют торговый персонал;

они могут действовать в рамках аукциона. Определите название такого посредника.

Виды посреднической деятельности:

1. Сбытовые агенты;
2. Торговцы на комиссии;
3. Брокеры (маклеры);
4. Консультанты, информаторы по торговле;
5. Дистрибьюторы
6. Комиссионеры;
7. Дилеры.

#### Задание 8.

Как называют посредника, если известно, что он:

имеет информацию о состоянии рынка, условиях продажи, источниках кредита, установлении цен, потенциальных покупателях и искусстве ведения переговоров;

не предоставляет кредит;

не имеет права собственности на товар и не может завершить сделку без официального одобрения;

получает вознаграждения от обеих сторон;

обязан хранить тайну?

Виды посреднической деятельности:

1. Сбытовые агенты;
2. Торговцы на комиссии;
3. Брокеры (маклеры);
4. Консультанты, информаторы по торговле;
5. Дистрибьюторы;
6. Комиссионеры;
7. Дилеры.

#### Задание 9.

Как называют посредника, если известно, что он:

- получает фиксированный процент от сделки;
- гонорар доходит до 1000\$ в сутки;
- не имеет права участвовать в доходах и ему запрещено давать гарантии?

Виды посреднической деятельности:

1. Сбытовые агенты;
2. Торговцы на комиссии;
3. Брокеры (маклеры);
4. Консультанты, информаторы по торговле;
5. Комиссионеры;
6. Дистрибьюторы;
7. Дилеры.

### **Задание 10.**

Как называют посредника, если известно, что он:

**А**

- торгует полностью от своего имени и сам заключает договора;
- изучает рынок, рекламу, склады;
- устанавливает цену;
- занимается сервисом продукции;
- имеет развитую складскую сеть?

**Б**

- подыскивает партнеров;
- заключает контракт от своего имени;
- отвечает за убытки;
- выгоден при мелких партиях товара.

Виды посреднической деятельности:

1. Сбытовые агенты;
2. Торговцы на комиссии;
3. Брокеры (маклеры);
4. Консультанты, информаторы по торговле;
5. Комиссионеры;
6. Дистрибьюторы;
7. Дилеры.

### **Задание 11.**

Составьте схемы прямого и косвенного каналов сбыта.

1. Производитель.
2. Потребитель.
3. Оптовик.
4. Розничный торговец.

## **РАЗДЕЛ 9. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ В СИСТЕМЕ МАРКЕТИНГА**

### **Вопросы для контроля.**

1. Комплекс маркетинговых коммуникаций
2. Цели, задачи и правила коммуникационной политики
3. Какие элементы составляют систему маркетинговых коммуникаций?
4. Перечислите основные функции и виды продвижения продукции на рынок.
5. Планирование и контроль мероприятий ФОССТИС
6. Какие существуют виды рекламы?
7. Каковы цели рекламных мероприятий? Какие средства распространения рекламы существуют на рынке?
8. Раскройте сущность «паблик рилейшнз». Каково назначение «паблик рилейшнз»?

9. Перечислите основные способы осуществления мероприятий «паблик рилейшнз».
10. В чем состоит принципиальная разница между рекламой и PR?
11. Каким образом формируется спрос и стимулируется сбыт?
12. Каково назначение персональных продаж?
13. Чем обуславливается выбор средств маркетинговых коммуникаций?
14. Как можно оценить эффективность маркетинговых коммуникаций?

### **Задание 1.**

Какими из приведенных ниже качеств должен обладать хороший продавец; плохой продавец?

1. Предпочитает слушать.
2. Хорошо одевается.
3. Не заинтересован.
4. Лидер.
5. Чувствует себя нелюбимым.
6. Интересуется другими.
7. Считает себя социально ущемленным.
8. Предпочитает одиночество.
9. Нравится сама работа.
10. Образование в объеме колледжа.

### **Задание 2.**

Какие из приведенных высказываний относятся к положительным сторонам рекламы, какие - к отрицательным?

1. Привлекает большой рынок.
2. Расходы на одного зрителя или слушателя низки.
3. Трудно приспособить к нуждам и особенностям потребителей.
4. Единое послание передается всей аудитории.
5. Раздражение зрителя или слушателя.
6. Порождает благожелательное отношение к продукции.
7. Некоторые виды рекламной деятельности требуют больших расходов.
8. Прокладывает дорогу персональной продаже.

### **Задание 3.**

Проиллюстрируйте проведенные конкретные цели рекламы (примеров может быть несколько для одного вида).

Вид целей:

1. Ориентированные на спрос:
  - Информация.
  - Убеждение.
  - Напоминание (поддержание).
2. Ориентированные на образ:
  - Отраслевые.
  - Корпоративные.

Иллюстрации:

- а) стабилизировать сбыт;
- б) создать селективный (избирательный) спрос;
- в) достичь приверженности марке;
- г) ознакомить потребителей с новым расписанием работы;
- д) достичь предпочтения марки;
- е) создать общий спрос;
- ж) поддерживать узнаваемость марки и образа;

- з) сократить время, затрачиваемое продавцами на ответы на основные вопросы;
- и) разработать и поддерживать благоприятный образ фирмы;
- к) разработать и поддерживать благоприятный образ отрасли;
- л) увеличить посещаемость магазинов;
- м) создать знания о марке или новом товаре на целевом рынке;
- н) поддерживать приверженность марке.

#### **Задание 4.**

Выберите два- три печатных рекламных материала или телеролика и проанализируйте с помощью следующих вопросов:

- какова цель рекламы
- какая у нее целевая аудитория
- что обещает реклама
- чем поддерживается обещание
- каковы недостатки рекламы.

После этого дайте ваши предложения по оптимизации рекламного материала.

#### **Задание 5.**

Для заданной услуги вы должны предложить целевую аудиторию, средства рекламы, которые нужно использовать, а также разработать рекламные сообщения:

- отдых только в России
- старинные русские спортивные игры
- маркетинговые услуги
- рекламный бизнес

#### **Ситуация для анализа.**

Десять рекламных заповедей.

1. Сформировать у потенциального потребителя образ товара, фирмы (его производителя или продавца), перейти от незнания о товаре или фирме к осведомленности об их существовании.
2. Преодолеть барьер недоверия к предмету рекламы и сформировать у потребителя определенные знания о товаре (фирме)
3. Возбудить у потребителя положительные эмоции и определенное благожелательное отношение к товару (фирме)
4. Превратить благорасположение в предпочтение товара (фирмы)
5. Создать условия для перехода от предпочтения к вступлению в контакт с рекламодателем, к покупке, а затем и к повторной покупке .
6. Стремиться сделать многих потребителей своими постоянными покупателями (клиентами)
7. Стимулировать сбыт товаров (услуг), ускорение товарооборота, поиск выгодных партнеров.
8. Сформировать у других фирм мнение, что они могут иметь в вашем лице надежного компаньона.
9. Оказывать потребителю помощь в выборе товаров и услуг, а также выполнять социальные функции (некоммерческая реклама)
10. Постоянно помнить, что ваши затраты на рекламу должны себя окупать через увеличение сбыта, прибыли, рост имиджа и т.д.

- прокомментируйте каждый пункт рекламной заповеди
- дайте оценку каждому пункту: ваше согласие или несогласие
- попробуйте добавить свои пункты в рекламную заповедь

#### **Задание 6. Определение эффективности акции по стимулированию сбыта.**

Торговый дом «Столичный» в рамках стимулирования продаж разместил купоны в газете, тираж которой 1 000 000 экземпляров. Предъявителю купона бесплатно предоставляется продукция на 250 руб. Затраты на размещение каждого купона- 10 руб. Ожидаемый коэффициент выкупа- 10%. Средняя прибыль на каждого покупателя – 50 руб. Число покупателей увеличилось на 100 000 чел./неделю. Сколько недель потребуется на то, чтобы акция окупилась?

- Сработает  $1\,000\,000 \times 0,1 = 100\,000$  купонов.
- Стоимость «бесплатных» покупок по купонам составит  $100\,000 \times 250 = 25\,000\,000$  руб.
- Издержки на размещение купонов  $10 \text{ руб} \times 1\,000\,000 = 10\,000\,000$  руб.
- Общие издержки составят  $10\,000\,000 + 20\,500\,000 \text{ руб.} = 30\,500\,000$  руб.
- Увеличение недельной прибыли  $50 \times 100\,000 = 5\,000\,000$  руб.
- Срок окупаемости акции  $-30\,500\,000 / 5\,000\,000 = 7$  недель

Вариант 1.

Продовольственная сеть «Атлантида» в период проведения акции за каждую потраченную в магазине 1000 рублей в период акции выдает купон номиналом 100 рублей. Всего планируется раздать 20 000 купонов. Ожидаемый коэффициент выкупа составит 12%. Затраты на раздачу каждого купона- 8 рублей. В результате акции продажи увеличились на 1000 шт/ неделю. Прибыль на единицу продукта- 50 рублей. Сколько недель потребуется на то, чтобы акция окупилась?

Вариант 2.

В период проведения акции торговая сеть «Мечта» по продаже бытовой техники планирует выдать 150 000 подарочных купонов номиналом 200 руб. за каждую потраченную 1000 руб. Ожидаемый коэффициент выкупа составит 8%. Затраты на раздачу каждого купона- 8 рублей. Прибыль на единицу продукта- 150 руб. В результате акции продажи увеличились на 6000 шт/ неделю. Сколько недель потребуется на то, чтобы акция окупилась?

#### **Задание 7. Выбор рекламного носителя.**

Определить оптимальное для компании средство информирования потребителей можно, рассчитав возможный отклик потребителей и связанный с этим прогноз дохода. При выборе из периодических изданий рассматриваются их тиражи и стоимость размещения рекламных материалов.

Доход от рекламы (D)- это разница между прогнозируемой отдачей от потенциальных потребителей и затратами на размещение рекламы. Его рассчитывают по формуле  $D = E_i n - Z$

где

$E_i$  - эффективность размещения рекламы

$n$  - средний доход от обслуживания одного потребителя

$Z$  - затраты на рекламу

Эффективность размещения рекламы в СМИ ( $E_i$ ) – это доля потребителей, совершающих покупку после информирования в  $i$ -м издании, от общего тиража данного издания.

Например, если тираж еженедельной газеты А- 25 тыс. экземпляров, а 12% представителей целевого сегмента совершают покупки, получив информацию из газет, то  $E_A = 3000$  человек.

Организация планирует разместить рекламные материалы в местной прессе. Стоимость рекламы в газете А- 46 тыс.руб., а в газете Б- 22 тыс. руб., в газете В- 18 тыс. руб. Средний тираж изданий- 58 тыс., 26 тыс. и 21 тыс. соответственно. Согласно социологическим исследованиям, 9% потребителей региона совершают покупки, получив информацию из газет. Средняя прибыль организации от обслуживания одного потребителя составляет 250 руб. Чтобы найти оптимальный путь информирования, определим число потенциальных потребителей, исходя из тиражей данных изданий:

$E_A = 5220$  человек,  $E_B = 2340$  человек,  $E_V = 1890$  человек.

Тогда в соответствии с формулой доход при размещении рекламы в газете А составит 1259 тыс. руб., в газете Б- 563 тыс.руб., в газете В-454,5 тыс.руб.

Решить самостоятельно.

Стоимость рекламного ролика на трех местных радиостанциях: «Радио А»- 16 тыс. руб., : «Радио В»- 18 тыс. руб., : «Радио С»- 12 тыс. руб. Согласно рейтингу в регионе, где работает компания «Рубин», данные радиостанции слушают соответственно 15,17 и 12% ее целевой аудитории. Целевую аудиторию составляют 600 тыс. человек. Средний доход компании «Рубин» от одного потребителя составляет 56 руб. Определите соотношение расходов на рекламу и потенциальную выгоду от нее. Где разместит рекламу компания «Рубин»?

**Задание 8. Согласование формы и содержания маркетинговых коммуникаций.**

Компания «Союз» выпускает полиграфическую продукцию. Основной рыночный сегмент компании- учреждения культуры, которые заказывают афиши, пригласительные билеты, календари, открытки, театральные программки. Эти изделия сами по себе не окупают затрат на их изготовление (например, театральная программка стоит 10-20 руб., что не соответствует себестоимости качественной полиграфии). Для компенсации затрат эта продукция сопровождается размещением рекламных материалов. Клиенты- рекламодатели при этом не всегда соотносят предлагаемые рекламные сюжеты с содержанием основного носителя информации как атрибута культурного мероприятия. Так, на театральной программке или билете в кинотеатр не всегда уместны сюжеты об алкогольных напитках, о лекарственных препаратах или сюжеты производственной тематики. Но компания не может упускать рекламодателя, отказав ему в сотрудничестве.

1. Рассмотрите виды товаров, рекламу которых требуется разместить на полиграфической продукции.
2. Распределите их по возможным рекламным носителям.
3. Если для размещения рекламы требуется корректировка содержания рекламной информации, опишите вариант решения проблемы.

Рекламируемый товар	Концертные билеты	Билеты в кино	Театральные программки	Пригласительные билеты на детский праздник	Афиши, плакаты
Морепродукты					
Шейпинг- клуб					
Пиво					
Авиаперевозки					
Сок					
Канцтовары					
Драгоценности					

**Задание 9.**

Дополните по вертикали и горизонтали набор видов и носителей рекламы

Генерация носителей рекламы.

Вид рекламы	Носители рекламы					
	1	2	3	4		
Печатная реклама	плакаты	буклеты	листовки	Каталоги		
Реклама на ТВ	видеоклипы	Бегущая строка	объявления	Фильм		
Реклама на радио	радиоролики	радиообъявления	призывы	интервью и беседы		
Наружная реклама	щиты	растяжки	витражи	Штендеры		
Компьютерная реклама	интернет	CD DVD	On- line	Сети		
Сувенирная	майки	календари	пепельниц	зажигалк		

реклама			Ы	И		
...						

### Задание 10.

Какие товары, по вашему мнению, необходимо рекламировать в газетах, какие – в журналах, а какие- на радио, телевидении и в Интернете?

Для каких товаров в большей степени подходит наружная реклама, почтовые отправления? Аргументируйте свой ответ.

Какие средства рекламы в наибольшей степени подойдут для рекламы товаров следующих предприятий:

1. парикмахерский салон
2. мастерская по ремонту мебели
3. пивной бар
4. ателье по пошиву верхней одежды
5. предприятие по производству игрушек
6. учебное заведение, оказывающее платные образовательные услуги
7. предприятие по производству керамической плитки

## РАЗДЕЛ 10. ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### Вопросы для контроля

1. Каково содержание понятия «управление маркетингом»?
2. Каковы функции отдела маркетинга на предприятии?
3. Какие существуют системы организации службы маркетинга?
4. Что общего между контролем и планированием маркетинговой деятельности?

### Задание 1. План маркетинга.

Дирекция сети продуктовых магазинов самообслуживания «Каприз» приняла решение открыть отдел быстрого питания. Каковы основные мероприятия плана маркетинга для отдела быстрого питания на ближайшее время?

мероприятие	содержание
Маркетинговые исследования	Исследование конкурентов, потребителей посредством проведения фокус- групп, анкетирование потребителей
Товарная политика	Составление ассортимента товаров отдела
Ценовая политика	Мониторинг цен конкурентов
Сбытовая политика	Прямая продажа
Коммуникационная политика	Внутримагазинная реклама, акции по стимулированию сбыта

#### Вариант 1.

Составьте план маркетинговых действий для индивидуального предпринимателя, который производит мясные полуфабрикаты и планирует выход на рынок нового региона.

#### Вариант 2.

Руководство салона красоты «Люкс» приняло решение об открытии солярия. Данный вид услуг предоставляют фактически все компании- конкуренты. Опишите основные мероприятия плана маркетинга компании на ближайшее время.

### Задание 2.

Изучите организационную структуру управления и службы маркетинга торговой компании «Веста»

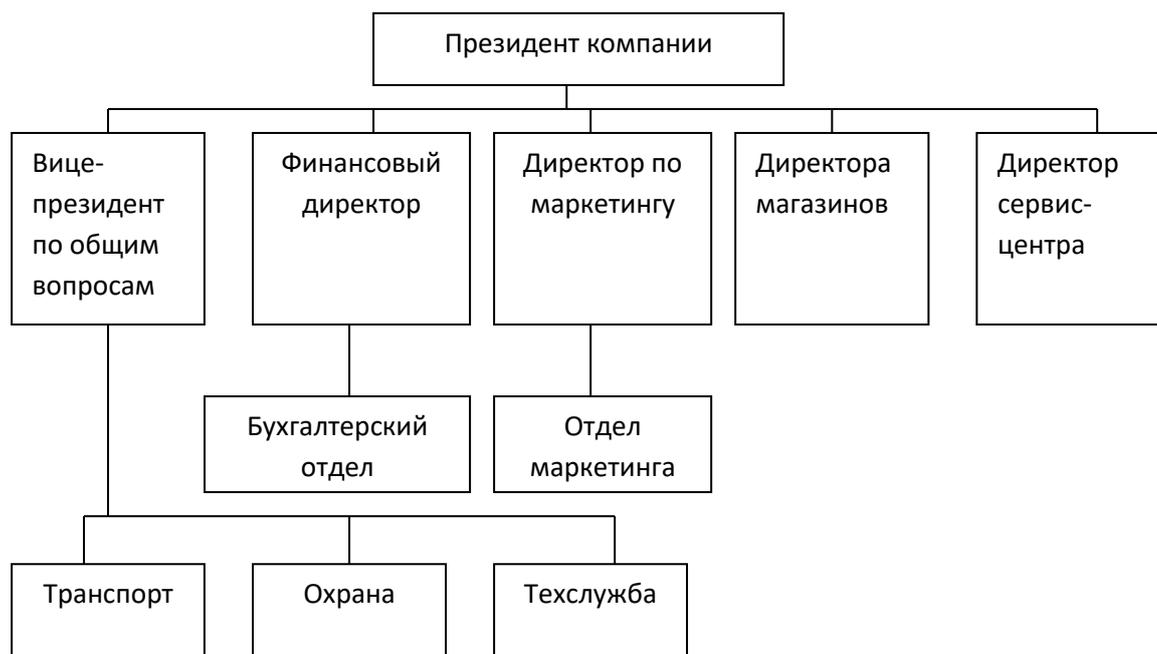


Рис 11. Организационная структура управления ТК «Веста»



Рис 12. Организационная структура управления отдела маркетинга.

Общая цель ТК «Веста» - развитие компании на базе обеспечения ее стабильного финансового положения путем осуществления эффективной закупочно- сбытовой деятельности, приводящей к получению компанией высокой прибыли. Цели и задачи отдела маркетинга направлены на достижение общих целей предприятия.

Две группы (№1 и 2) отдела маркетинга помимо участия в выработке и непосредственной реализации маркетинговой политики, выполняют по заказу руководителей товарных групп отдельные виды маркетинговой деятельности, а также ведут информационную базу по всем товарам.

Управляющие, ответственные за маркетинг отдельных групп товаров (руководители товарных групп) при участии сотрудников групп 1 и 2 вырабатывают и реализуют маркетинговую политику относительно соответствующих товарных групп, а также товаров, входящих в их состав.

В состав группы 1 входят: руководитель группы (менеджер по ценовой и товарной политике) и руководители товарных групп (менеджер по закупке телевизоров, аудио- и видеотехники, менеджер по закупке бытовой техники)- всего три человека.

В состав группы 2 входят: руководитель группы (менеджер по стимулированию сбыта) и менеджер по рекламе- всего два человека.

Таким образом, общая первоначальная численность отдела маркетинга, включая начальника отдела, составляет шесть человек.

Руководители маркетинговых групп по функциям и товарам отчитываются перед начальником отдела маркетинга

Вопросы к заданию:

1. Какой принцип положен в основу структуры управления отдела маркетинга в торговой компании?
2. Определите роль маркетингового отдела в системе управления компанией.
3. Какими специфическими качествами должен обладать руководитель маркетинговой службы компании?.

### **Задание 3.**

Предприятие средних размеров специализируется на продаже детской одежды и имеет несколько отделов по видам детской одежды. Какая структура отдела маркетинга целесообразна для данного торгового предприятия?

### **Задание 4.**

Задача маркетингового управления заключается в воздействии на уровень, временные рамки и структуру спроса таким образом, чтобы это помогало предприятию в достижении стоящих перед ним целей. Выделяют различные варианты состояния спроса на товары: негативный, отсутствующий, потенциальный, снижающийся, нерегулярный, полноценный, чрезмерный, иррациональный.

В каждом из этих случаев управляющий маркетингом должен использовать конкретный вариант стратегии маркетинга (условно их можно назвать: демаркетинг, синхромаркетинг, противодействующий маркетинг, конверсионный маркетинг, ремаркетинг, поддерживающий маркетинг, развивающий маркетинг, стимулирующий маркетинг).

Установите соответствие между вариантами состояния спроса и вариантами стратегии маркетинга. Объясните, чем характеризуется каждая стратегия маркетинга. Приведите примеры.

## **РАЗДЕЛ 11. МЕЖДУНАРОДНЫЙ МАРКЕТИНГ**

Вопросы для контроля

1. Особенности международного маркетинга
2. Организационные формы международного маркетинга
3. Информационная система международного маркетинга (MIS)

### **Задание 1. Концерн Benetton**

Итальянский текстильный концерн Benetton резко усилил присутствие России, открыв в Москве собственное представительство, десять новых магазинов в столице и других крупных городах.

На открытие магазина приезжал президент компании Лучиано Бенеттон. Он отметил высокий потенциал российского рынка для экспорта продукции этой компании. Однако, разыскивая новых крупных торговых партнеров в России и даже проявляя готовность поделиться некоторыми технологическими ноу-хау с нашими предприятиями, Лучиано Бенеттон пока не выразил желания инвестировать в них какие-либо средства.

Структура Benetton является частью финансово-промышленной группы «Эдицьоне холдинг», которая занимается финансами, выпуском спортивного инвентаря и одежды, розничной торговлей, содержанием дорожных и городских пунктов общественного питания, недвижимостью и аграрным сектором. В продукции Benetton неизменно представлен широкий ассортимент

спортивной одежды и обуви, спортивного инвентаря и оборудования, особенно для тенниса, гольфа, горнолыжного спорта и катания на коньках.

Концерн традиционно спонсирует профессиональную команду гонщиков «Формулы-1», целый ряд команд, играющих в профессиональный бадминтон, волейбол и регби. В последние годы концерн делает особенный упор на спортивный стиль в повседневной одежде, поэтому годовой оборот специализированного подразделения достигает почти половины оборота всего концерна.

Гордость концерна- промышленный комплекс в Кастретте, занимающий площадь 190 тыс.кв.м.. Он производит 80-100 млн изделий в год. Один корпус комплекса выделен под производство трикотажных изделий и рубашек, второй- верхнего платья, юбок и джинсовой одежды. Имеется также специализированное производство по выпуску изделий из шерсти. На автоматизированном складе комплекса применена система Robostor, позволяющая обрабатывать до 30 тыс. упаковок в день усилиями всего 19 рабочих вместо обычных 400. Она также позволяет существенно сократить транспортные расходы. На технологические исследования по производству одежды концерн инвестирует значительные суммы. Общеизвестна эффективность многочисленных рекламных кампаний концерна. Во всем мире стали известны широкомасштабные рекламные кампании концерна, избравшей главной темой борьбу с расизмом, СПИДом, защиту окружающей среды, вечную тему жизни и смерти. Образцы этой рекламы стали темой экспозиций в музеях и культурных центрах Бельгии, Финляндии, Японии, Бразилии и других стран. Концерн по просьбе Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН обеспечивал рекламную поддержку первой мировой встречи на высшем уровне в Риме, посвященной продовольственному вопросу.

Примечательно, что на фоне общего спада объемов продаж на мировом рынке одежды концерн в прошлом году, наоборот, прибавил 4%. Этот успех во многом достигнут за счет активной экспансии в странах ЕС, Восточной Европы и Ближнего Востока. Эффективной оказалась стратегия, когда увеличивают торговую площадь магазинов, а не их число. Самый большой и новый магазин одежды концерна размещается не в Италии, а в Лондоне. Крупными фирменными магазинами могут похвастать Париж, Берлин, Франкфурт, Вена, Барселона, Прага, Будапешт, Сараево. Российский потребитель зачастую не вполне уверенно ориентируется в пестром многообразии торговых марок концерна. Перечислим наиболее популярные из них.

«Юнайтед калерз оф Бенеттон». Это самая известная и популярная торговая марка компании. Под ней сейчас усиленно продвигают новую «ткань 206»- мягкую и практически немнущуюся

«Сислей». Эта марка появилась в 1968 г в Париже, концерн приобрел на нее эксклюзивные права в 1974 г.

«012» Существует с 1972 г, предназначена для товаров, ориентированных на детей до 12 лет «Зеротондо». Введена с 1988 г., продукция для новорожденных и детей до двух лет.

«Нордика»- абсолютный лидер по продажам лыжных ботинок, известна с 30-х гг, богата технологическими новинками.

«Принц»- одна из самых престижных марок на рынке теннисных ракеток. Под этой маркой выпускаются также ракетки для игры в сквош и бадминтон, клюшки и сумки для гольфа, тросы, спортивная одежда и обувь.

«Роллерблейд» контролирует 39% мирового рынка роликовых коньков

«Касл» - горнолыжная марка.

«Асоло» производит обувь для альпинистов, скалолазов и туристов.

Вопросы и задания.

1. Охарактеризуйте концепцию, стратегии и особенности комплекса международной рекламы концерна.
2. Каковы особенности рекламной деятельности концерна на российском рынке?
3. Какую стратегию охвата национальных рынков использует концерн? Подтвердите это его товарно- марочной практикой.
4. Какие преимущества и недостатки присущи товарно- марочной практике концерна?

## **Задание 2. Первые шаги Евродиснейленда.**

После смерти Уолта Диснея «Уолт Дисней Компании», казалось потеряла свой творческий размах. Как и другие студии, компания была довольна своей кинотекой, но ее новые фильмы в большинстве случаев лежали на полке. Новым видом деятельности стало создание тематических парков. Таким образом, повторно внедрившись на рынок США, компания рассчитывала, что ее репутация и успех автоматически перенесутся в Европу.

В 1986 г был подписан договор с французским правительством. Основанием для его подписания стало наличие трех существенных конкурентных преимуществ: расположение Парижа в центре Европы; огромное число туристов, ежегодно посещающих столицу Франции; наличие равнинной территории в непосредственной близости от Парижа.

Переговоры закончились на том, что корпорация «Уолт Дисней» согласилась на приобретение в собственность 49,9% парка «Евродисней», что предполагало инвестиции, обеспечивающие инфраструктуру парка, включая гостиницы, торговые центры, кемпинги и иные сооружения. Уверенность корпорации в успехе данного предприятия базировалась на том факте, что в 1990 г американские парки посетили 2,5 млн европейцев.

Евродиснейленд был торжественно открыт летом 1992 г при участии звезд кино и поп-музыки. Парк был расположен недалеко от Парижа, хотя многие представители культуры выступали против американизмов, фермеры высказывали недовольство тем, что под парк были заняты плодородные земли, и блокировали ведущие к нему дороги. В июле число посетителей в день было на 10 тыс. человек меньше запланированного, а в августе компания была вынуждена закрыть один из шести своих отелей и уволить пять тысяч человек персонала. Туроператоры приостановили свою работу на длительное время.

И хотя компания утверждала, что дела у Евродиснейленда идут успешно, было очевидно, что возникли серьезные проблемы. Еще в апреле 1992 г на Евродиснейленд обрушилась волна негативных публикаций в прессе. По мнению французских политических деятелей, герои Диснея могут завоевать сердца многих французов и они решат утвердить английский язык в качестве второго официального языка тематического парка.

Климат в Европе не такой благоприятный, как в США, где расположены парки Диснея, и доход компания получала только в летние месяцы. В 1992 г. было холодное лето, в экономике Франции наблюдался спад, был сокращен рабочий день в промышленности, снизились доходы, а значит, и расходы людей на проведение выходных дней. Ближе к концу первого летнего сезона становилось все очевиднее, что Евродиснейленд под Парижем сможет существовать лишь за счет доходов от летнего сезона. Компания «Дисней» осознала, что ей необходимо действовать. Чтобы поднять уровень посещаемости в «мертвый сезон», компания снизила цены на проживание в гостиницах в зимний период; предоставила дополнительные скидки на билеты, начала крупномасштабную рекламную кампанию.

Несмотря на экономические выгоды, многие во Франции опасаются, что его создание явится еще одним шагом на пути к вытеснению французской культурной традиции и замене ее американской. Книга, осуждающая решение правительства Франции о строительстве парка, стала в стране бестселлером. Критики назвали Евродиснейленд культурным «Чернобылем», а председатель корпорации «Уолт Дисней» был забросан яйцами во время своего визита в Париж.

Актеру Иву Монтану удалось наилучшим образом выразить настроение большинства французов: «Тенниски, джинсы, гамбургеры- никто нам не навязывал этих вещей. Они нам сами понравились». Компания «Уолт Дисней Компании» сделала попытку парировать столь резкую критику, заявив во французской прессе, что Дисней- француз по происхождению, и что его настоящая фамилия Д'Исиньи, а вовсе не Дисней. Корпорация также дала согласие на то, что все текстовые знаки на территории парка будут выполнены на французском языке.

В парк были вложены огромные инвестиции, а прибыли не поступали- многие посетившие парк уходили разочарованными, но были и такие, кто посещал парк несколько раз в сезон.

Компания сумела убедить некоторых партнеров, что Евродиснейленд будет развиваться и его популярность будет расти. Однако многие сотрудники компании и туроператоры расценили результаты первого сезона как удар по репутации и состоянию корпорации.

Вопросы и задания.

1. На какие средства опиралась компания «Дисней» и насколько они приемлемы для ее французского филиала?
2. В чем состояли неудачи коммуникационной политики?
3. Предложите свою концепцию продвижения компании на европейский рынок.

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Основная литература**

1. Годин, А. М. Маркетинг : учебник для бакалавров / А. М. Годин. — 12-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 656 с. - ISBN 978-5-394-02540-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1092970> (дата обращения: 04.10.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Кислицына, В. В. Маркетинг : учебник / В. В. Кислицына. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 464 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0490-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1079856> (дата обращения: 04.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

#### **Дополнительная литература**

1. Шацкая, И. В. Маркетинг : учебное пособие / И. В. Шацкая. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 180 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167584> (дата обращения: 04.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Резник, Г. А. Маркетинг : учебное пособие / Г.А. Резник. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 199 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1242303. - ISBN 978-5-16-016830-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1242303> (дата обращения: 04.10.2021). – Режим доступа: по подписке.
3. Маркетинг : учебник и практикум для вузов / Т. А. Лукичёва [и др.] ; под редакцией Т. А. Лукичёвой, Н. Н. Молчанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 370 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01478-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469356> (дата обращения: 05.10.2021).

#### **Периодические издания**

1. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 - . - Рязань, 2020 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 – 2084 – Текст : непосредственный

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- ЭБС «Юрайт». - URL : <https://urait.ru>
- ЭБС «Znanium.com». - URL : <https://znanium.com>
- ЭБС РГАТУ. - URL : <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>
- Справочно-правовая система «Гарант». - URL : - <http://www.garant.ru>
- Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». - URL : <http://www.consultant.ru>

- Бухгалтерская справочная «Система Главбух». - URL : <https://www.1gl.ru>
- Научная электронная библиотека eLibrary. - URL : <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
- Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (ЦНСХБ) - URL : <http://www.cnshb.ru>
- Научная электронная библиотека КиберЛенинка. - URL : <https://cyberleninka.ru>
- Федеральный портал «Российское образование». - URL : <http://www.edu.ru/documents/>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - URL : <http://window.edu.ru/>
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. - URL : <http://fcior.edu.ru/>
- Polpred.com Обзор СМИ. - URL : <http://polpred.com/>

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА**

**КАФЕДРА МАРКЕТИНГА И ТОВАРОВЕДЕНИЯ**

**Методические рекомендации по выполнению практических работ  
по дисциплине**

**«Управление в транспортной отрасли»**

**для студентов по направлению**

**23.03.01 Технология транспортных процессов**

**Рязань 2023**

Методические рекомендации по выполнению практических работ по дисциплине «Управление в транспортной отрасли» для студентов по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов разработаны с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного 07.08.2020 №911

Разработчик: к.э.н., доцент кафедры маркетинга и товароведения

 М. А. Чихман

Методические рекомендации по выполнению практических работ по «Управление в транспортной отрасли» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры маркетинга и товароведения «22» марта 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой

маркетинга и товароведения



В.С. Конкина

Методические рекомендации по выполнению практических работ по дисциплине «Управление в транспортной отрасли» утверждены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов «22» марта 2023 г., протокол №

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки



23.03.01 Технология транспортных процессов О.А.Тетерина

## Содержание

Введение.....	3
Раздел 1. Транспортные системы в экономике и логистике.....	3
Тема 1. Транспортная отрасль: основные понятия.....	3
Тема 2. Основные характеристики транспортных систем.....	4
Раздел 2. Особенности управления в транспортной отрасли.....	7
Тема 3. Функции управления и их реализация на транспорте.....	7
Тема 4. Элементы экономики транспортных систем.....	8
Тема 5. Транспортные тарифы.....	10
Тема 6. Договоры и документы, связанные с транспортировкой.....	15
Тема 7. Страхование в транспортной отрасли.....	18
Тема 8. Государственное регулирование транспортной деятельности.....	21
Раздел 3. Понятие управленческого учета и бюджетирования в транспортной компании.....	21
Тема 9. Понятие управленческого учета и бюджетирования в транспортной компании	
Библиографический список.....	24

## Введение

Целью освоения дисциплины «Управление в транспортной отрасли» является формирование у будущих специалистов современных фундаментальных знаний в области теории управления в транспортной отрасли.

Задачами дисциплины являются: 1. формирование основных понятий организации управления в транспортной отрасли 2. изучение особенностей управления в транспортной отрасли 3. обучение основам организации рационального взаимодействия логистических посредников при перевозках пассажиров и грузов 4. обучение основам организации рационального взаимодействия различных видов транспорта в единой транспортной системе. 5. формирование навыков организации работы с нормативно-правовыми актами и технической документацией

Раздел 1. Транспортные системы в экономике и логистике

Тема 1. Транспортная отрасль: основные понятия

Задание 1. Изучить основные понятия и термины транспортной отрасли. Провести собеседование в группе.

Вопросы для собеседования.

1. Классификация видов транспорта
2. Особенности автомобильного транспорта
3. Особенности воздушного транспорта
4. Особенности железнодорожного транспорта
5. Особенности трубопроводного транспорта
6. Классификация перевозок.
7. Транспортная сеть.
8. Транспортные узлы, порталы и хабы.
9. Транспортное предприятие и терминалы.
10. Транспортное пространство.
11. Транспортная продукция.

Задание 2. Сделать доклад на тему: Мировые тенденции развития различных видов транспорта

Тема 2. Основные характеристики транспортных систем

Задание 3

Проанализировать как изменился грузооборот транспортной системы РФ, осуществляемый различными видами транспорта, за 2011-2018 гг. Для этого определить структуру грузооборота по базисному (2011) и отчетному году (2018), абсолютные и процентные изменения статистических показателей, представленных в таблице 1.

Таблица 1 - Грузооборот транспортной системы РФ, млрд. тонно-км.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Транспорт - всего</b>	<b>4 915</b>	<b>5 056</b>	<b>5 084</b>	<b>5 080</b>	<b>5 108</b>	<b>5 198</b>	<b>5 488</b>	<b>5644</b>
в том числе:								
Железнодорожный	2 128	2 222	2 196	2 301	2 306	2 344	2 493	2598
Автомобильный	223	249	250	247	247	248	255	259
Трубопроводный	2 422	2 453	2 513	2 423	2 444	2 489	2 615	2668
в том числе:								
Газопроводный	1 302	1 265	1 289	1 203	1 176	1 181	1 300	1336
Нефтепроводный	1 083	1 152	1 182	1 178	1 226	1 262	1 265	1276
Нефтепродуктовый	38	36	42	42	42	46	50	55
Морской	78	45	40	32	42	43	50	45
Внутренний водный	59	81	80	72	64	67	67	66
Воздушный	5,0	5,1	5,0	5,2	5,6	6,6	7,9	7,8

#### Методика решения

1. Записать в тетрадь определение:

**Грузооборот** — экономический показатель работы транспорта (показатель объёма перевозок грузов), равный произведению массы перевозимого за определённое время груза на расстояние перевозки. **Грузооборот** зависит от дальности перевозки и массы груза, он измеряется в тонно-километрах.

2. Построить таблицу 2, в которой провести расчет показателей структуры грузооборота и сравнение абсолютных и относительных изменений за исследуемый период. Последняя графа дает возможность определить за счет каких видов транспорта произошли изменения грузопотоков. Сделать выводы.

Таблица 2 - Анализ грузооборота транспортной системы РФ за 2011-2018 гг.

Транспорт	2011 г.		2018 г.		2018 г. к 2011 г.	2018 г. к 2011 г.	Удельный вес изменений в общей сумме изменений
	млрд. тонно- км.	%	млрд. тонно- км.	%	млрд. тонно-км (+;-)	(в %)	
1	2	3	4	5	6 (=4-2)	7(4/2x100)	8*
Транспорт, всего	4915	100	5644	100	+729	114,83	1,0
в т. ч.							
Железнодорожный	2128	43,29					
...							
...							

\*8 графа считается по данным 6 графы:

Изменения по каждому виду транспорта делятся на величину грузооборота, выполненного всеми видами транспорта (первая строка).

Задание 4. Проанализировать как изменились объемы пассажирских перевозок в РФ за 2000-2018 гг. Для этого определить структуру пассажирских перевозок по видам транспорта по отчетному и базисному году, абсолютные и процентные изменения статистических показателей, представленных в таблице 3. Решение провести аналогично заданию 1. Сделать выводы.

Таблица 3

Перевозки пассажиров по видам транспорта общего пользования, млн чел.							
	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
<b>Транспорт - всего</b>	<b>44 854</b>	<b>30 128</b>	<b>22 065</b>	<b>19 122</b>	<b>18 689</b>	<b>18 483</b>	<b>18 144</b>
из него по видам:							
железнодорожный	1 419	1 339	947	1 025	1 040	1 121	1 160
автобусный	23 001	16 374	13 434	11 523	11 296	11 185	10 912
легковое такси	15,5	6,4	30,2	26,8	43,7	43,7	30,1
трамвайный	7 421	4 123	2 079	1 478	1 397	1 327	1 259
троллейбусный	8 759	4 653	2 206	1 616	1 483	1 376	1 263
метрополитен	4 186	3 574	3 294	3 336	3 312	3 298	3 381
морской	1	1	2	10	13	12	8
водный	28	21	16	14	13	13	12
воздушный	23	37	59	94	91	108	118

Задание 5. На основании данных таблицы 1 рассчитать показатели густоты транспортных сетей отдельных регионов мира и сделать выводы о транспортной обеспеченности территорий.

Таблица 1. Показатели транспортной обеспеченности территорий

Показатели	Евросоюз - 27	США	Китай	Россия
1.Протяженность транспортных сетей, тыс. км. (включает показатели по строкам 1.1+1.2+1.3)				
1.1 А/м дороги с твердым	5000	4400	3056	776

покрытием				
1.2 Ж/д общего пользования	212,7	202,4	85,5	86,0
1.3 Внутренние водные пути	41,0	40,7	123,7	102,0
2.Площадь территорий, тыс. км <sup>2</sup>	4 324, 782	9 826, 675	9 596, 961	17 151, 442
3.Густота транспортных сетей, км/км <sup>2</sup>				
3.1 А/м транспорта				
3.2 Ж/д транспорта				
3.3 Внутреннего водного транспорта				

**Задание 6.** Проанализировать показатели транспортной работы компании А, определить как изменился грузооборот за исследуемый период, рассчитать среднее расстояние перевозки одной тонны груза за каждый год и сделать выводы.

Таблица 1 - Показатели транспортной работы компании А

Показатели	Направления перевозок							
	А-Б		А-В		А-Г		Итого по всем направлениям	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
1.Объемы перевозок, тонн	358	560	415	379	520	835		
2.Расстояние перевозок, км.	350	350	271	271	803	803		
3.Грузооборот, тонно-км.								
4.Среднее расстояние перевозки 1 тонны груза, км.	X	X	X	X	X	X		

Раздел 2. Особенности управления в транспортной отрасли  
Тема 3. Функции управления и их реализация на транспорте

**Задание 7.** Ответить на следующие вопросы

1. Основные типы и характеристика транспортных систем
2. Управление транспортно-логистической системой
3. Критерии выбора вида транспорта и транспортного средства

**Задание 8.** Раскрыть понятие транспортной логистики и ее роли в сфере управления

транспортной отраслью.

Задание 9. Изучить концепцию управления закупками и ответить на следующие вопросы:

1. В чем заключается традиционная концепция методологии управления закупками?
2. Какие этапы включает управление закупками ресурсов на транспортном предприятии?
3. Сущность логистического инструментария выбора оптимального поставщика.
4. Приведите основные методы закупок.
5. Какие функции выполняет логистического менеджера по закупкам?
6. Опишите последовательность действий логистического менеджера при оценке надежности поставок.

Тема 4. Элементы экономики транспортных систем

Задание 10. Раскрыть содержание показателей экономической эффективности и финансовых показателей. Изучить и раскрыть методику их расчета.

### **Задание 11.**

Определить порог рентабельности перевозок автотранспортного предприятия и показатель запаса финансовой прочности, если транспортный тариф составляет 350 руб. за 1 т-км. постоянные затраты 60 млн. руб. в год, переменные 250 руб. на 1 т-км.

Методика решения

1. Повторить формулы порога рентабельности и запаса финансовой прочности

**Порог рентабельности (руб) = Постоянные затраты / ((Выручка – Переменные затраты) / Выручка)**

**Или**

**Порог рентабельности (т-км) = Постоянные затраты / (Тариф 1 т-км – Переменные затраты на 1 т-км.)**

**Запас финансовой прочности (руб) = Выручка – Порог рентабельности (руб)**

2. Рассчитать эти показатели в стоимостном выражении и сделать выводы.

### **Задание 12.**

Определить грузооборот транспортного предприятия, который необходимо осуществить, чтобы получить прибыль 5600 тыс. руб. Тариф 1 т-км. = 450 руб. постоянные затраты 6,5 млн.руб. в год, переменные затраты 310 руб. на 1 т-км. Сделать выводы.

Методика решения

**Целевой объем продаж (грузооборот) (т-км) = Постоянные затраты + Целевая прибыль / (Тариф 1 т-км – Переменные затраты на 1 т-км.)**

### Задание 13.

Решить задачу и показать ход решения.

Грузооборот автотранспортного предприятия в отчетном году составил 80 тыс. т.-км. Транспортный тариф 1 т.-км. 720 руб. Получена прибыль за год 8 млн.руб. В плановом периоде грузооборот возрастет на 15%, постоянные издержки составят 21 млн. руб. Определить на сколько снизится в плановом году себестоимость 1 т.-км.

#### Методика решения

1. Повторить определение постоянных и переменных затрат

**Переменные издержки** (variable costs) – затраты, которые зависят от объема деятельности предприятия прямо пропорционально

**Постоянные издержки** (fixed costs) — это расходы, величина которых в текущем периоде **не зависит** от объема произведенных услуг, т.е при изменении объема производства постоянные затраты не меняются.

2. Повторить взаимосвязь следующих экономических показателей

**Себестоимость** = Постоянные затраты + Переменные затраты

**Выручка** = Себестоимость + Прибыль

**Валовая маржа** = Выручка – Постоянные затраты = Переменные затраты + Прибыль

3. На основе пунктов 1. и 2. определить себестоимость 1 т.-км. в отчетном году, себестоимость 1 т.-км. в плановом году.
4. Вычесть из себестоимости 1 т.-км. отчетного года себестоимость 1 т.-км. планового года.
5. Правильный ответ: 34,24 руб.
6. Сделать краткие выводы о причинах снижения себестоимости 1 т.-км.

### Задание 14

Определить количество автомобилей для перевозки 500 т груза, если известно, что для перевозки используется автомобиль грузоподъемностью 5 т, время в наряде 8 час., а время, затраченное на одну езду, равно 2 час.

### Задание 15

Автомобиль-самосвал работал на маятнике маршруте с пробегом в обоих на-правлениях:  $q = 3,5$  т;  $l_{er} = 5$  км;  $l_n = 5$  км;  $t_{пр} = 12$  мин;  $\gamma_{ст} = 1,0$ ;  $v_t = 25$  км/ч;

$T_m = 8$  ч.

Определить количество автомобилей.

### Задание 16

Необходимо перевести 600 т груза, используются автомобили грузоподъемностью 15 т, время работы автомобиля 8 час, а время, которое затрачивается на одну езду, равно 1 час. Определить количество автомобилей для перевозки груза.

### Задание 17

Автомобиль работал на маятниковом маршруте с груженным пробегом в обоих направлениях. Грузоподъемность автомобиля 4,2 т; расстояние в двух на-правлениях (туда и обратно) равно 12 км, время погрузки и разгрузки составляет 10 мин, статистический коэффициент использования грузоподъемности равен 1. Автомобиль двигался со скоростью 40 км/ч, время работы автомобиля 8 час.

Необходимо определить количество автомобилей при перевозке 450 т и коэффициент использования пробега за день.

Задание 18

Определить среднестатистическую скорость  $v_t$  автомобиля и количества ез-док  $n_e$ , если известно, что время в наряде  $T_H = 10$  час, время в движении  $t_{дв}$  - 2 час, время простоя под погрузкой  $t_{пр}$  - 0,5 час, общий пробег  $L_{об}$  - 240 км.

Задание 19

Рассчитать интервал времени между заказами, если потребность в ДВП составляет 3000 м<sup>2</sup>, а оптимальный размер заказа - 110 м<sup>2</sup>. Количество рабочих дней - 250.

Задание 20

Рассчитайте количество автопогрузчиков, если за сутки необходимо переработать 550 т груза, производительность автопогрузчиков 50 т/ч, коэффициент неравномерности поступления груза  $k = 1,5$ , продолжительность смены 8 час

Тема 5. Транспортные тарифы

### **Изучите приведенный ниже пример транспортного тарифа**

Пример транспортного тарифа

Структура и способы построения тарифов различных видов транспорта и транспортных операторов чрезвычайно многообразны.

Ниже приведен фрагмент тарифа транспортной компании "Транспорт-2010" (название условное), выполняющей перевозки мелкопартионных грузов по России.

Тариф построен по принципу "от пункта к пункту" и предполагает предоставление трех основных видов перевозочных услуг:

- 1) от двери отправителя до двери получателя;
- 2) от двери отправителя до терминала региона получателя;
- 3) от терминала региона отправителя до терминала региона получателя.

Для расчета цены перевозки сначала определяется соответствующая пункту назначения тарифная зона (табл. 1), а затем — цена выбранной клиентом транспортной услуги (табл. 2).

Тариф учитывает удельный погрузочный объем груза и содержит надбавки за предъявление крупногабаритных грузовых мест.

Тариф содержит также правила обслуживания, установленные компанией, относящиеся к выполнению погрузки-разгрузки, страхованию грузов и т.д.

Компания "Транспорт-2010"

Тариф на доставку сборных грузов по территории России (цены на доставку из Москвы до указанных пунктов) Действителен с 01.01. 2021 по 31.05.2021

Таблица 1. Тарифные зоны и сроки доставки

Пункт назначения	Тарифная зона	Срок доставки, рабочих дней	Пункт назначения	Тарифная зона	Срок доставки, рабочих дней
Абасан	8	7–9	Нижний Новгород	1	1–2
Архангельск	6	2–3	Новгород (Великий)	4	1–3
Астрахань	3	3–5	Новокузнецк	6	6–8
Барнаул	8	5–7	Новосибирск	5	4–6
Белгород	4	1–3	Ноябрьск	5	6–9
Благовещенск	10	9–11	Орел	3	1–3
Братск	9	6–8	Оренбург	4	3–7
Брянск	3	2–3	Пенза	4	2–4
Владивосток	11	8–10	Пермь	3	3–5

Таблица 2. Цена доставки для различных видов услуг

Тарифная зона	Дверь-Дверь		Дверь-Терминал		Терминал-Терминал	
	Фиксированная часть тарифа, руб.	+ Цена за 1 кг расчетного веса, руб.	Фиксированная часть тарифа, руб.	+ Цена за 1 кг расчетного веса, руб.	Фиксированная часть тарифа, руб.	+ Цена за 1 кг расчетного веса, руб.
1	1560	9,20	950	6,90	340	4,60
2	1560	10,30	950	8,00	340	5,70
3	1560	12,10	950	9,80	340	7,55
4	1560	14,65	950	12,35	340	10,10
5	1560	17,95	950	15,65	340	13,35
6	1560	21,95	950	19,65	340	17,35
7	1560	26,65	950	24,35	340	22,10
8	1560	32,10	950	29,80	340	27,55
9	1560	38,30	950	36,00	340	33,70
10	1560	45,20	950	42,90	340	40,60
11	1560	52,85	950	50,55	340	48,25
12	1560	61,20	950	58,90	340	56,60

#### Определение расчетного веса груза

Расчетный вес груза определяется как большее значение из объемного и физической веса груза. Объемный вес в килограммах определяется умножением объема, занимаемого грузовой партией (в кубических метрах), на коэффициент 200.

### Негабаритные грузовые места

Стоимость перевозки при наличии в партии негабаритных мест увеличивается на 20%. Грузовое место считается негабаритным, если;

- — сумма измерений Грузового места по длине, высоте и ширине превышает 4 м, или
- — вес грузового места превышает 1000 кг, или
- — высота грузового места превышает 2 м, или
- — длина грузового места превышает 5 м.

### Погрузка и выгрузка

Погрузка и выгрузка в начальном и конечном пунктах производятся силами отправителя и получателя соответственно.

Нормативное время погрузки (выгрузки) составляет:

- — при расчетном весе груза менее 5 тыс. кг — 40 мин;
- — при расчетном весе груза 5 тыс. кг и более — 1 час 30 мин.

Плата за превышение нормативного времени погрузки (выгрузки) составляет:

- — при расчетном весе груза менее 5 тыс. кг — 250 руб. за каждые 30 мин превышения;
- — при расчетном весе груза 5 тыс. кг и более — 500 руб. за каждые 30 мин превышения.

### Страхование грузов

Грузы без указания страховой стоимости к перевозке не принимаются. Стоимость страхования грузов составляет 0,2%. Страхование грузов, у которых страховая стоимость не превышает 300 руб. за кг, осуществляется за счет компании.

### Дополнительные услуги и их стоимость

- 1. Возврат сопроводительных документов. Отправителю возвращаются подписанные сопроводительные документы (товарные накладные, акты приемки-передачи и др.). Стоимость услуги — 500 руб. за каждый комплект документов.
- 2. Подача автомобиля к точному времени. Осуществляется подача автомобиля под загрузку или выгрузку точно к заданному времени, при этом норматив времени на погрузку/выгрузку увеличивается на 6 ч. Стоимость услуги — 2500 руб. Для оказания услуги при заказе и заполнении накладной необходимо указать максимально полную информацию в поле "особые отметки".
- 3. Погрузка и разгрузка силами компании. Компания может обеспечить погрузку или выгрузку в начальном и конечном пунктах маршрута. Стоимость услуги — 7,5 руб. за 1 кг при условии, что вес одного места не превышает 100 кг. Стоимость услуги для грузов с местами более 100 кг согласовывается дополнительно.
- 4. Хранение груза на складе. Компания может организовать временное хранение груза на своих терминалах. Стоимость услуги — 0,25 руб/кг в сутки.

Задание 21.

Рассчитайте стоимость доставки груза с учетом его страхования на основе тарифа, представленного в примере, для следующих исходных данных:

- Перевозка выполняется из Москвы в Нижний Новгород по схеме от «двери до двери»;
- Масса партии – 2 тонны;
- Объем партии груза – 4,5 м<sup>3</sup>;
- Партия содержит 20 грузовых мест размером 0,5х1х1м.
- Страховая стоимость груза составляет 220 руб. за кг.
- Требуется услуга погрузки и разгрузки.

Задание 22.

1. Необходимо оценить эффективность применения автомобиля-самопогрузчика для условий, указанных в таблице.

Таблица

Эксплуатационные условия для оценки эффективности применения самопогрузчика

Показатель	Единица измерения	Значение	
		Базовый	Самопогрузчик
Грузоподъемность	т	10	9
Время погрузки и разгрузки	ч	1	0,25
Время смены	ч	8	
Техническая скорость автомобиля	км/ч		40
Коэффициент использования пробега	–		0,5
Длина груженой части ездки	км		30

2. Определить какое количество автомобилей потребуется при использовании обычных автомобилей и автомобилей с автопогрузчиком, если коэффициент технической готовности парка 0,9 ; коэффициент использования грузоподъемности автомобилей 0,85; объем перевозок 1400 тонн.

Задание 23.

Решить задачу и показать ход решения.

Автотранспортное предприятие планирует увеличить грузооборот с 80 до 90 тыс.т-км в год. Тариф 1 т-км не меняется и составляет 950 руб. Переменные затраты 350 руб. на 1 т-км. Постоянные затраты 30 млн. руб. в год. Определите увеличение прибыли в планируемом году.

#### Задание 24

Автомобиль грузоподъемностью 5 т совершил три ездки: за первую он перевез 5 т на 20 км, за вторую - 4 т на расстояние 25 км, и за третью ездку - 2,5 т на расстояние 10 км. Определить статический коэффициент по каждой ездке; статический и динамичный коэффициенты за смену.

#### Задание 25

Определить количество автомобилей для перевозки 500 т груза, если известно, что для перевозки используется автомобиль грузоподъемностью 5 т, время в наряде 8 час., а время, затраченное на одну ездку, равно 2 час.

#### Задание 26

Автомобиль-самосвал работал на маятником маршруте с пробегом в обоих на-правлениях:  $q = 3,5$  т;  $l_{er} = 5$  км;  $l_n = 5$  км;  $t_{пр} = 12$  мин;  $\gamma_{ст} = 1,0$ ;  $v_t = 25$  км/ч;

$T_m = 8$  ч.

Определить количество автомобилей.

#### Задание 27

Необходимо перевести 600 т груза, используются автомобили грузоподъемностью 15 т, время работы автомобиля 8 час, а время, которое затрачивается на одну ездку, равно 1 час. Определить количество автомобилей для перевозки груза.

#### Задание 28

Автомобиль работал на маятниковом маршруте с груженным пробегом в обоих направлениях. Грузоподъемность автомобиля 4,2 т; расстояние в двух на-правлениях (туда и обратно) равно 12 км, время погрузки и разгрузки составляет 10 мин, статистический коэффициент использования грузоподъемности равен 1. Автомобиль двигался со скоростью 40 км/ч, время работы автомобиля 8 час.

Необходимо определить количество автомобилей при перевозке 450 т и коэффициент использования пробега за день.

#### Задание 29

Определить среднестатистическую скорость  $v_t$  автомобиля и количества ездок  $n_e$ , если известно, что время в наряде  $T_H = 10$  час, время в движении  $t_{дв} = 2$  час, время простоя под погрузкой  $t_{пр} = 0,5$  час, общий пробег  $L_{об} = 240$  км.

#### Задание 30

Решить задачу и показать ход решения.

Определить запас финансовой прочности автотранспортного предприятия, если известно, что годовой грузооборот 710 тыс. т-км; выручка 25 300 тыс. руб.; переменные затраты 15 200 тыс. руб., постоянные затраты 6 440 тыс.руб.

#### Задание 31

Эффект операционного рычага автотранспортного предприятия в текущем году составил 2,4. Прибыль 10 млн. руб. Насколько изменится прибыль в следующем году, если:

- 1) Выручка возрастет на 3%;
- 2) Выручка снизится на 5%.

### Задание 32

Определить ЭОР и показать рассчитать прогнозные значения прибыли в следующем году при следующих условиях.

Грузооборот автотранспортного предприятия в текущем году 18500 тыс. т-км. В следующем году планируется его увеличение на 15%. Тариф 1 т-км = 75 руб. Постоянные затраты 7 500 тыс. руб. Прибыль отчетного года 2500 тыс. руб.

### Задание 33

Необходимо оценить эффективность применения автомобиля-самопогрузчика для условий, указанных в таблице.

#### Таблица

Эксплуатационные условия для оценки эффективности применения самопогрузчика

Показатель	Единица измерения	Значение	
		Базовый	Самопогрузчик
Грузоподъемность	т	8	6
Время погрузки и разгрузки	ч	3	0,75
Время смены	ч	8	
Техническая скорость автомобиля	км/ч		30
Коэффициент использования пробега	—		0,7
Длина груженой части ездки	км		30

### Тема 6. Договоры и документы, связанные с транспортировкой

Трансфинплан – это развернутая программа производственно-финансовой деятельности предприятия на предстоящий период. Он направлен на успешное выполнение заданий при наиболее полном использовании транспортных средств и всей совокупности производственных фондов, неуклонное повышение эффективности перевозоки получение максимальных результатов при минимальных издержках. В трансфинплане предусматривается комплексное развитие и совершенствование техники, экономики и организации транспортного производства, намечаются пути реализации установленных заданий. Трансфинплан автотранспортного предприятия включает следующие разделы:

1. Основные показатели.
2. План перевозок грузов и пассажиров.
3. План эксплуатации подвижного состава.
4. План технического обслуживания и ремонта подвижного состава.
5. План по труду и заработной плате.
6. План по себестоимости.
7. Финансовый план.

Каждому разделу трансфинплана присущи свои показатели, которые раскрывают его содержание.

План перевозок грузов и пассажиров является важнейшим разделом трансфинплана. Он является основой производственной деятельности автотранспортного предприятия, на базе которой разрабатываются все остальные разделы и показатели.

Методика планирования предусматривает систему способов и приемов расчета показателей плана, обеспечивающую их техническую обоснованность и взаимоувязанность. При этом главное внимание обращено на обеспечение возможности технико-экономического обоснования каждого устанавливаемого показателя исходя из данных, характеризующих наличие и состояние подвижного состава, структуры и организации перевозок, плана совершенствования техники. Снижение себестоимости на основе оптимизации затрат на производство и реализацию продукции является первоосновой экономического роста предприятия –способом его выживания.

### Расчет характеристик автомобильно-железнодорожного терминала

Задание 34. Необходимо определить, какой из факторов (емкость склада, мощность погрузочно-разгрузочных механизмов или пропускная способность железнодорожных путей) является для терминала лимитирующим фактором. Характеристики терминала приведены в таблице .

Таблица

Характеристики железнодорожно-автомобильного контейнерного терминала

Показатель	Единица измерения	Значение
Емкость терминала	TEU	450
Среднее время хранения	сут.	5
Количество козловых кранов	шт.	2
Производительность крана	количество операций в час	27
Число контейнеро-операций на один контейнер	-	3,5
Количество составов, подаваемых ежедневно на терминал	ед.	5
Максимальное количество контейнерных вагонов в подаваемом составе	ед.	35
Количество контейнеро-мест на один вагон	ед.	2
Время подачи и уборки состава	ч	0,8
Коэффициент обработки состава	-	0,75
Число часов работы терминала в сутки	ч	20
Коэффициент использования оборудования	-	0,8
Коэффициент неравномерности потока	-	1,5

Число рабочих дней терминала в году	дней	365
-------------------------------------	------	-----

### Задание 35

Торговая компания осуществляет регулярные поставки товаров для реализации их в сети магазинов города N. Четыре магазина получают по 5 тонн груза ежедневно. Доставка осуществляется с базового склада, находящегося в удаленном населенном пункте крупнотоннажным автопоездом грузоподъемностью 20 тонн. Автопоезд объезжает магазины поочередно и возвращается на склад.

Власти N ввели плату за въезд крупнотоннажных грузовых автомобилей в черту города. В связи с этим, компания изучает возможность доставки товаров через размещенный рядом с N терминал с последующим развозом малотоннажным автофургоном.

Определите целесообразность этого решения для следующих исходных данных:

Расстояние от склада до N 160 км

Длина маршрута при объезде всех магазинов 34 км

Затраты на 1 км пробега автопоезда 35 руб.

1 тонна товара занимает 1 кв.м.складской площади

Оплата услуг терминала:

хранение груза на складе 1 кв.м = 10 руб. в сутки

ручная погрузка-выгрузка 1 тонна = 270 руб.

Стоимость услуг развозочного фургона с грузчиками 600 руб. час

среднее время выгрузки в 1 магазине 1 час

техническая скорость движения по улично-дорожной сети 35 км/час

стоимость разрешения на въезд в N на сутки 1200 руб.

### Задание 36

Торговая компания организует доставку товаров со склада в магазины собственным автопарком. Оцените необходимое для этого количество автомобилей, если известно

Исходные данные для расчета количества автомобилей

Показатель	Единица измерения	Значение
Объем перевозок со склада в магазины	т/смена	1400
Грузоподъемность автомобиля	т	10
Среднее расстояние между складом и магазинами	км	10
Интервал времени, когда возможен вывоз товаров со склада	ч	С 15.00 до 19.00
Коэффициент использования грузоподъемности	—	0,6
Коэффициент использования пробега	—	0,75
Техническая скорость автомобиля	км/ч	40
Время погрузки и разгрузки	ч	2
Коэффициент технической готовности парка	—	0,9

Задание 37. Изучить и раскрыть сущность процессов планирования транспортных

процессов. Ответить на следующие вопросы:

1. Планирование транспортных процессов
2. Методы оперативного планирования и управления производством на транспорте
3. Применение сравнительного анализа видов транспорта в процессе планирования транспортировки
4. Выбор типа и марки транспортного средства
5. Возможности сокращения цикла выполнения транспортных работ.
6. Маршрутизация транспортировки
7. Содержание трансфинплана автотранспортного предприятия

Тема 7. Страхование в транспортной отрасли

Задача 38

Владелец автомобиля Nissan Primera (1996 года выпуска, мощность двигателя – 90 л.с.), проживающий в Санкт-Петербурге, ежегодно оформляет договор обязательного страхования автогражданской ответственности. Автомобиль находится в собственности 3 года. За время эксплуатации автомобиля дорожно-транспортных происшествий не происходило. Кроме владельца, к управлению автомобилем никто не допущен. Автомобиль эксплуатируется круглый год. Владелец автомобиля имеет право на вождение автотранспортных средств с 1991 года. Возраст автовладельца – 53 года.

За безаварийное вождение, страховой компанией предоставляется скидка 10 % от уплачиваемой премии.

С использованием таблиц, приведенных в приложении 1, рассчитайте страховую премию, подлежащую к уплате при продлении договора страхования еще на один год в 2007 году.

Задача 39

Гражданин приобрел для осуществления частных грузовых перевозок бортовой грузовой автомобиль Камаз-5320, грузоподъемностью 8 т. При регистрации автомобиля в органах ГИБДД он одновременно оформляет договор обязательного страхования гражданской ответственности владельца транспортных средств. Возраст автовладельца 30 лет, стаж вождения – 5 лет. Предполагается использовать автомобиль в период весна-осень (с марта по ноябрь).

Рассчитайте премию, которую необходимо уплатить автовладельцу при первичном заключении договора страхования. Автовладелец проживает на территории Ленинградской области.

Задача 40

В результате дорожно-транспортного происшествия владельцем автомашины (Kia Sorento, 2005 года выпуска, мощность двигателя – 150 л.с.; стаж вождения – 1,5 лет; возраст автовладельца – 27 лет; до настоящего происшествия в ДТП не участвовал), был причинен ущерб другому автомобилю (Lada Kalina, 2006 года выпуска, мощность двигателя 80 л.с.; стаж вождения – 10 лет; возраст автовладельца – 36 лет; до настоящего происшествия в ДТП не участвовал). По результатам проведенной экспертизы, ущерб, причиненный имуществу пострадавшего автовладельца, был оценен в 100000 руб., а вред нанесенный пострадавшему в результате ДТП, оценивается в размере 25000 руб.

Определите:

- размеры страховых премий, уплаченных страхователями при заключении договора обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств (проживают в Нижнем Новгороде, автомобили эксплуатируются круглый год);
- размер выплаченной суммы потерпевшему при ДТП.
- в каких пределах осуществляются данные выплаты?

Методические указания по решению задач

Расчет тарифных ставок по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств производится в соответствии с базовыми ставками и коэффициентами (см. Приложение 1), установленными постановлением Правительства РФ № 264 от 07.05.03 г. «Об утверждении страховых тарифов по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств, их структуры и порядка применения страховщиками при определении страховой премии».

Например, рассчитаем минимальный и максимальный страховой тариф, установленный на момент введения закона об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств.

Базовый тариф для физических лиц установлен в размере 1980 руб. (см. приложение 1, п. 1).

При расчете индивидуальных тарифов для физических лиц используются повышающие коэффициенты, зависящие от:

- территории использования тарифа (КТ – этот коэффициент колеблется от 0,4 для населенных пунктов с численностью населения менее 10 тыс. чел. до 2 для Москвы, см. приложение 1, п. 2.);
- возраста и стажа водителя (КВС – коэффициент варьируется от 1 до 1,3, см. приложение 1, п. 4.);
- количества лиц, допущенных к управлению (КО – если, это количество ограничено и предусмотрено договором страхования, то коэффициент равен 1, в остальных случаях - 1,5);
- мощности двигателя (КМ – коэффициент изменяется от 0,5 при мощности двигателя до 50 л.с. до 1,9; при мощности двигателя свыше 200 л.с.);
- периода использования автомобиля (КС – коэффициент устанавливается от 0,7 при использовании автомобиля 6 месяцев в году до 1 при эксплуатации автомобиля более 9 месяцев).

Таким образом, **минимальный тариф** будет равен:

$$T = TB \times KT \times KBM \times KBC \times KO \times KM \times KC \times KM \times KP \times KH = \\ = 1980 \times 0,4 \times 1 \times 1 \times 0,5 \times 0,7 = 277,2 \text{ руб.}$$

Для находящегося в собственности у Санкт-Петербургского предприятия грузового автомобиля, грузоподъемностью 5 т и используемого круглый год, безаварийная работа, возраст водителя автомобиля 45 лет и стаж вождения 20 лет, тарифная ставка будет рассчитана следующим образом:

$TB = 2025$  руб.;

$KT = 1,8$ ;  $KBC = 1$ ;  $KO = 1$ ;  $KC = 1$ , тогда:

$$T = TE \times KT \times KBM \times KBC \times KO \times KC \times KM \times KP \times KH =$$

$$= 2025 \times 1,8 \times 1 \times 1 \times 1 = 3645 \text{ руб.}$$

**максимальный тариф** (например, для молодого москвича со стажем вождения до 2 лет, с неограниченным количеством лиц, допущенных к управлению его транспортным средством, который разъезжает на автомобиле с мощностью двигателя свыше 200 л.с. более 9 месяцев в году):

$$T = TE \times KT \times KBM \times KBC \times KO \times KM \times KC \times KM \times KP \times KH =$$

$$= 1980 \times 2 \times 1,3 \times 1,5 \times 1,9 \times 1 = 14671,8 \text{ руб.}$$

При заключении договора обязательного страхования гражданской ответственности автовладельцы они получают страховой полис по форме, приведенной в приложении 4.

Страховое возмещение выплачивается третьему лицу (потерпевшему) в случае дорожно-транспортного происшествия (ДТП) на основании проведенной экспертизы (оценки ущерба).

Страховое возмещение выплачивается третьему лицу в пределах, законодательно установленного лимита ответственности страховщика, равного 400 тыс. руб., причем:

- 240 тыс. руб. в части возмещения вреда, причиненного жизни или здоровью нескольких потерпевших, и не более 160 тыс. руб. при причинении вреда жизни или здоровью одного потерпевшего;
- 160 тыс. руб. в части возмещения вреда, причиненного имуществу нескольких потерпевших и не более 120 тыс. руб. при причинении вреда имуществу одного потерпевшего.

Задача 41

Определите страховой взнос транспортной организации на год при страховании гражданской ответственности водителей транспортных средств. Стаж водителей:

- до 1 года – 6 человек;
- от 1 года до 5 лет – 2 человека;
- от 5 до 10 лет – 3 человека;
- свыше 10 лет – 1 человек.

Страховая сумма гражданской ответственности на каждого водителя составляет 100 тыс. руб.

Тарифные ставки, зависящие от стажа водителя, следующие (в % от страховой суммы):

до 1 года – 5,6%; от 1 до 5 лет – 3,4%; от 5 до 10 лет – 2,8%; свыше 10 лет – 2,2%.

Задача 42

В результате ДТП нанесен вред нескольким пешеходам:

первому – на сумму 55 тыс. руб.; второму – на сумму 15 тыс. руб.; третьему – на сумму 45 тыс. руб.

В договоре добровольного страхования ответственности предусмотрен лимит ответственности страховщика на один страховой случай в сумме 80 тыс. рублей.

Определите, какую сумму выплатит страховщик каждому потерпевшему.

### Задача 43

При добровольном страховании условиями договора гражданской ответственности владельца автомашины предусмотрен лимит ответственности на один страховой случай – 100 тыс. руб. и лимит ответственности на весь срок договора – 200 тыс. руб.

В период действия договора произошло три страховых случая.

Ущерб по первому составил 80 тыс. руб.; по второму – 120 тыс. руб.; по третьему – 50 тыс. руб.

Определить страховые возмещения, выплаченные страховщиком по каждому страховому случаю.

### Тема 8. Государственное регулирование транспортной деятельности

Задание 44. Изучить и раскрыть сущность государственного регулирования транспортной деятельности. Ответить на следующие вопросы:

1. Государственное регулирование транспортной деятельности
2. Предпосылки и механизмы регулирования транспортной деятельности
3. Ассоциации и союзы в системе управления транспортом
4. Государственно-частное партнерство на транспорте
5. Принципы устойчивого развития в управлении транспортными системами
6. Система государственного управления транспортом в РФ

### Раздел 3. Понятие управленческого учета и бюджетирования в транспортной компании

#### Тема 9. Понятие управленческого учета и бюджетирования в транспортной компании

Выбор системы управленческого учета на предприятии зависит от специфики его технологического процесса и организационной структуры. Так, технологические особенности определяют две основные составляющие учета: направление сбора информации; метод учета затрат и калькулирования себестоимости. Особенности организации учета на предприятиях, занимающихся доставкой, обусловлены в первую очередь тем, что оказываемая ими услуга – перемещение – не имеет вещественной формы. Она потребляется в момент производства и не может быть объектом хранения. Рассматривая конечный продукт – доставку – как общий производственный процесс, можно выделить его части. Ими являются технологические процессы, представляющие собой заранее спланированные операции. Предприятию важно определить, какие бизнес-процессы будут являться объектами планово-учетной деятельности. Это позволит выделить центры ответственности, в разрезе которых и ведется сбор информации.

#### Задание 45

##### **Составление бюджета денежных средств автотранспортного предприятия**

Составить бюджет денежных средств на второй квартал текущего года. Определить потребность в краткосрочном финансировании производства.

*Цель задания.* Освоить методику составления бюджета денежных средств предприятия и научиться определять потребность в дополнительном финансировании.

*Исходные данные.*

80% оказываемых услуг по перевозке грузов предприятие реализует в кредит, 20% за наличный расчет. Покупателям, как правило, предоставляется 30-дневный кредит. 70% платежей оплачивается покупателями вовремя (т.е. в течение 30 дней); 30% - в течение следующего месяца. Объем реализации на второй квартал текущего года составит (млн. руб.): в апреле – 35, в мае – 37, в июне – 42 млн. руб.. Выручка в феврале равна 30 млн. руб., в марте – 32 млн. руб.. В течение второго квартала планируется поступление

денежных средств в виде процентов за выданный заем в сумме 10,1 млн. руб.; в апреле – 28,7%, в мае – 13,9% от указанной суммы.

В течение второго квартала планируется погасить кредиторскую задолженность поставщикам: в апреле – 29,6 млн. руб., в мае – 34,5; в июне – 39,5 млн. руб.; выплатить заработную плату в сумме 3,8; 4,2; 5,8 млн. руб. соответственно. Минимальный остаток денежных средств на расчетном счете для данного предприятия составляет 3 млн. руб.

Дебиторская задолженность на конец марта составила 15 млн. руб.

*Методика решения.*

1. Составление графика денежных поступлений от оказанных услуг по перевозке и изменение дебиторской задолженности за второй квартал (провести в таблице).

Таблица – График денежных поступлений и изменение дебиторской задолженности предприятия за второй квартал текущего года, млн. руб.

Показатели	апрель	май	июнь
1	а	б	в
1. Дебиторская задолженность (на начало периода)			
2. Выручка от реализации, всего			
3. В том числе реализация в кредит (80% от выручки от реализации)			
4. Поступление денежных средств, всего (сумма 4.1, 4.2, 4.3)			
В том числе			
4.1 от реализации текущего месяца за наличный расчет (20%)	2а×0,2	2б×0,2	2в×0,2
4.2 от реализации в кредит прошлого месяца (70%)	32×0,8×0,7	3а×0,7	3б×0,7
4.3 от реализации в кредит позапрошлого месяца (30%)	30×0,8×0,3	32×0,8×0,3	3а×0,3
5. Дебиторская задолженность (на конец периода), (1+2-4)			

2. Составление бюджета денежных средств на второй квартал текущего года, млн. руб. (провести в таблице).

Таблица - Бюджет денежных средств на второй квартал, млн. руб.

Показатели	апрель	май	июнь
1	а	б	в
1. Поступление денежных средств, всего			
В том числе:			
1.1 от реализации продукции			
1.2 прочие поступления			
2. Выплаты денежных средств, всего			
В том числе:			
2.1 погашение кредиторской задолженности			
2.2 прочие платежи			
3. Излишек (недостаток) денежных средств, (1-2)			
4. Остаток денежных средств на р/с на начало периода	2,0		

5. Остаток денежных средств на р/с на конец периода (3+4)			
6. Требуемый минимум на р/с	3,0	3,0	3,0
7. Потребность в дополнительном финансировании			

3. Сделать выводы по результатам расчетов, проведенных в таблицах 1 и 2.

#### Задание 46

Прогноз реализации и денежных поступлений

Программа сбыта торговой компании на второй квартал, млн. руб.

Показатели	апрель	май	июнь	Всего
Программа сбыта	50	60	60	170

Поступление денежных средств от продажи в кредит составляет 70% в месяц продажи, 20% в следующий месяц, 8% в третьем месяце и 2% составляют неплатежи. Остаток дебиторской задолженности в начале второго квартала равен 20 млн. руб., из которых 5 млн. руб. - за февральские продажи, а 15 млн. руб. – за продажи в марте

Вычислите:

Объем реализации за февраль и март; планируемое получение наличных от продаж за каждый месяц с февраля по июнь.

При этом, не учитывая ответ на вопрос 1, предположим, что объем февральских продаж равен 40, а мартовских – 60 млн. руб.

Ответ:

1. Объем реализации в феврале 50 млн. руб.

Объем реализации в марте 50 млн. руб.

2. Поступления в апреле 50,2; в мае 56,8; в июне 58 млн. руб.

#### Задание 47

Прогноз денежных поступлений и дебиторской задолженности

Имеются следующие данные по продажам, млн. руб.

Показатели	Сентябрь (факт)	Октябрь (факт)	Ноябрь (факт)	Декабрь (оценка)
Продажа за наличные	14	11	7,5	5
Продажа в кредит	100	90	60	70
Всего продано	114	101	67,5	75

Предыдущий опыт показывает, что получение наличных обычно происходит следующим образом: денежные средства в месяц продажи не поступают, 85% денег за продажи поступают в следующем месяце, 14% собирается во втором месяце после продажи и 1% денег составляют безнадежные долги.

Вычислите:

Поступление наличных денег в ноябре и декабре;

дебиторскую задолженность на 30 ноября, если на 31 октября ее сумма составляла 50 млн. руб. Ответ:

получение наличных, млн. руб.: ноябрь 98; декабрь 68.6 ;

дебиторская задолженность (30 ноября) = 19,5

## Библиографический список

### Основная литература

1. Герами, В. Д. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики : учебник и практикум для вузов / В. Д. Герами, А. В. Колик. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 533 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12806-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489316>
2. Бочкарев, А. А. Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для вузов / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04733-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492795>

### Дополнительная литература

1. Солодкий, А. И. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева ; под редакцией А. И. Солодкого. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00634-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489560>
2. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469192>

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет

им. П.А. Костычева»

**Методические указания**

для практических занятий по дисциплине

«Финансы в транспортной сфере»

для студентов по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань, 2023

Методические указания для практических занятий по дисциплине финансы в транспортной сфере составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 «технология транспортных процессов» утвержденного 06 марта 2015 г. №165

Разработчики:



д.э.н., профессор кафедры маркетинг и товароведение \_\_\_\_\_  
А. Ю. Гусев

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры маркетинг и товароведение 22.03. 2023 года, протокол № 8



Зав. кафедрой маркетинг и товароведение \_\_\_\_\_ В. С. Конкина

Рецензенты:

Кандидат экономических наук, доцент кафедры маркетинг и товароведение М. А. Чихман

Кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента Родин И.К.

## Содержание

Введение	4
Тема 1. Роль финансов в рыночной экономике	5
Тема 2. Финансовая система	6
Тема 3. Финансовая политика	7
Тема 4. Финансовый контроль	9
Тема 5. Государственные и муниципальные финансы	10
Тема 6. Внебюджетные фонды	14
Тема 7. Финансы транспортных организаций	15
Тема 8. Финансы населения	18
Тема 9. Финансовый рынок	20
Список литературы	24

## Введение

Рыночная экономика при всем многообразии ее моделей представляет собой систему общественного производства, дополняемую государственным регулированием. Финансы выступают неотъемлемой частью рыночных отношений и одновременно важным инструментом реализации финансовой политики государства.

Цель курса состоит в формировании у студентов современных фундаментальных теоретических знаний в области организации финансовых отношений государства и субъектов хозяйственной деятельности, финансов в транспортной организации.

Предлагаемые Вашему вниманию методические указания для практических занятий представляют собой методологическое рассмотрение ряда практических заданий по курсу «Финансы транспортных организаций». Задания подобраны таким образом, чтобы, по возможности, подтвердить теорию практикой. Они соответствуют основным мыслительным операциям: выбор из множества альтернатив, решение актуальных проблем из практики, конструирование, установление соответствия и правильной последовательности.

Методические указания подготовлены в соответствии с утвержденной учебной программой для студентов по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» профиль «Организация перевозок и управление на транспорте».

Процесс изучения дисциплины «Финансы» направлен на формирование у студентов общих и профессиональных компетенций .

## Тема 1. Роль финансов в рыночной экономике

**Финансы** – неотъемлемый элемент воспроизводства на всех уровнях хозяйствования, они необходимы и государству, и предприятиям, и населению. Необходимость финансов обусловлена существованием товарно-денежных отношений, в процессе которых возникают финансовые отношения. Финансовые отношения имеют целый ряд особенностей по сравнению с другими экономическими отношениями, а именно - это:

- денежные отношения;
- распределительные и перераспределительные отношения;
- связаны с формированием и использованием фондов денежных средств государства и хозяйствующих субъектов.

Финансы – это совокупность экономических отношений, отражающих формирование, распределение и использование централизованных и децентрализованных фондов денежных средств в целях выполнения функций и задач государства и обеспечения условий расширенного воспроизводства.

### Вопросы для самопроверки:

1. Сущность финансов и исторические условия их возникновения.
2. Финансовые отношения, их объекты и субъекты. Фонды денежных средств и их классификация.
3. Функции финансов. Распределительная функция, оперативная функция, контрольная функция, стимулирующая функция финансов.
4. Финансовые ресурсы и их значение в расширении производства, удовлетворении социальных потребностей граждан и в целом экономического развития страны.
5. Финансовые резервы и их значение в сбалансированном развитии экономики.

### Задание 1.

Обозначьте основные факторы роста финансовых ресурсов. Результаты отразите в таблице.

Финансовые ресурсы	Факторы роста
1. Прибыль 2. НДС, акцизы 3. Амортизационные отчисления 4. Отчисления на социальные нужды 5. Доходы от внешнеэкономической деятельности 6. Поступления от населения	1.

### Задание 2.

Подберите и проанализируйте динамику макроэкономических показателей развития Российской Федерации за последние 5 лет, результаты исследования представьте в виде графика.

### Задание 3.

Подберите и проанализируйте аргументацию сторонников распределительной и воспроизводственной концепции сущности финансов. Результаты должны быть оформлены в таблице.

	Распределительная концепция	Воспроизводственная концепция
1. Сторонники концепции 2. Основные положения дискуссии 3. Аргументы		

## Тема 2. Финансовая система

**Финансовая система** – это совокупность различных сфер финансовых отношений, в процессе которых образуются и используются фонды денежных средств. Другими словами, финансовая система – это система форм и методов образования, распределения и использования фондов денежных средств государства и предприятий.

### Вопросы для самопроверки:

1. Понятие финансовой системы и её отдельные элементы.
2. Существующие подходы к построению структуры финансовой системы России.
3. Централизованные и децентрализованные финансы, их состав и основа формирования финансовых потоков.
4. Институциональная структура финансовой системы: управление финансами.
5. Особенности структуры финансовой системы в странах с разным государственным устройством, с различным подходом к управлению экономикой страны.

### Задание 1.

1. Составьте схему, отражающую структуру финансовой системы Российской Федерации. Обозначьте основные взаимосвязи между ее сферами и звеньями.
2. Определите задачи основных звеньев финансовой системы Российской Федерации.

### Задание 2.

Определите источники формирования финансов и финансовых ресурсов хозяйствующего субъектов и направления их распределения. Результаты представьте в виде схемы.

### Задание 3.

Охарактеризуйте, сравните и отразите сходство и отличие между различными сферами финансовой системы.

Финансы хозяйствующих субъектов	Государственные и муниципальные финансы	Страхование

### Тема 3. Финансовая политика

**Финансовая политика** – это совокупность гос. мероприятий по использованию финансовых отношений для выполнения государством своих функций.

Финансовая политика является составной частью экономической политики государства. В ней конкретизируются главные направления развития народного хозяйства, определяется общий объем финансовых ресурсов, их источники и направления использования, разрабатывается механизм регулирования и стимулирования финансовыми методами социально-экономических процессов.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Содержание и основные задачи финансовой политики, решаемые на различных уровнях финансовой системы.
2. Финансовый механизм как составная часть финансовой политики. Виды финансового механизма в экономиках различного типа.
3. Типы финансовой политики: классическая, регулирующая и планово–директивная. Основные подходы, реализуемые в каждом из типов, и оценка их эффективности.
4. Государственная финансовая политика России на современном этапе.
5. Финансовое планирование и прогнозирование: содержание и значение, основные методы, применяемые на практике (нормативный, коэффициентный, балансовый).

### Задание 1.

Заполните таблицу.

Наименование	Этапы проведения финансовой политики

направления	Новая экономическая политика	Административно-командная система	Реформа 1965 года и последующее развитие
1.Денежная реформа			
2.Основные направления бюджетной политики государства			
3.Налоговые преобразования			
4.Преобразования в сфере планирования			
5.Реформа системы управления			
6.Преобразования в системе ценообразования			
7.Изменения в сфере оплаты труда			

### Задание 2.

Заполните таблицу, отразив цели, задачи и функции Министерства финансов РФ.

Цели	Функции	Задачи

#### Тема 4. Финансовый контроль

Заключительной стадией процесса управления финансами является **финансовый контроль**. Финансовый контроль призван обеспечить реализацию на практике контрольной функции финансов.

Под финансовым контролем понимают совокупность действий и операций законодательных и исполнительных органов власти, а также специально созданных контрольных органов по проверке финансовой деятельности всех экономических субъектов в лице государства, предприятий, учреждений и организаций, а также оценке эффективности финансовых операций и целесообразности произведенных расходов. Другими словами, финансовый контроль не только включает в себя оценку правомерности тех или иных финансовых действий, но и имеет аналитический аспект.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Финансовый контроль: содержание и значение. Задачи финансового контроля.
2. Виды, формы и методы финансового контроля и их характеристика.
3. Государственный финансовый контроль и его специфика. Органы государственного финансового контроля, их законодательная база и полномочия.
4. Негосударственный финансовый контроль и органы, его осуществляющие.
5. Организация и значение аудиторской деятельности в рыночной экономике.

#### Задание 1.

Заполните таблицу, определив контрольные функции органов исполнительной и законодательной ветвей власти.

Исполнительные органы власти	Законодательные органы власти

#### Задание 2.

Законспектируйте, заполнив таблицу, цели, задачи и функции государственного финансового контроля.

Цели государственного финансового контроля	Задачи государственного финансового контроля	Функции государственного финансового контроля

#### Задание 3.

Приведите формы финансового контроля в соответствии с приведенными признаками классификации.

Признаки классификации	Форма финансового контроля
1. Время проведения контроля 2. Субъекты контроля 3. Объекты контроля	

### Тема 5. Государственные и муниципальные финансы

**Государственные и муниципальные финансы** выражают экономические отношения, связанные с обеспечением финансирования государственного и муниципального секторов экономики. Их функционирование направлено на достижение общих целей развития социально ориентированной экономики.

Государственные и муниципальные финансы функционируют в рамках финансовой системы государства и являются ее центральным звеном .

#### Вопросы для самопроверки:

1. Бюджетная система современной России: структура и принципы построения и функционирования.
2. Федеральный бюджет. Виды доходов бюджета и их значение в формировании государственных финансовых ресурсов.
3. Основные направления расходования бюджетных средств. Формы использования государственных финансовых ресурсов.
4. Территориальные финансы. Особенности формирования и использования средств территориальных бюджетов.
5. Бюджетный процесс: понятие, стадии, участники и их полномочия на отдельных стадиях.
6. Государственный кредит и проблемы образования государственного долга.

#### Задание 1.

Проведите сравнительные анализ бюджетных посланий Президента РФ Федеральному Собранию за предыдущие годы и на предстоящий финансовый год.

Показатели	Годы
------------	------

	2012	2013	2014
Основные цели бюджетной политики			
Задачи бюджетной политики			
Проблемы, требующие решения			

### Задание 2.

Подберите к каждому термину его определение:

- 1) Трансферт
- 2) Дотация
- 3) Субсидия
- 4) Субвенция
- 5) Бюджетная ссуда

Определения:

- 1) Бюджетные средства, предоставляемые бюджету другого уровня бюджетной системы Российской Федерации на безвозмездной и безвозвратной основах для покрытия текущих расходов;
- 2) Бюджетные средства, предоставляемые бюджету другого уровня бюджетной системы Российской Федерации или юридическому лицу на безвозмездной и безвозвратной основах на осуществление определенных целевых расходов
- 3) Бюджетные средства, предоставляемые другому бюджету на возвратной, безвозмездной или возмездной основах на срок не более шести месяцев в пределах финансового года;
- 4) Бюджетные средства, предоставляемые бюджету другого уровня бюджетной системы Российской Федерации, физическому или юридическому лицу на условиях долевого финансирования целевых расходов;
- 5) Бюджетные средства для финансирования обязательных выплат населению: пенсий, стипендий, пособий, компенсаций, других социальных выплат, установленных законодательством Российской Федерации, законодательством субъектов Российской Федерации, правовыми актами органов местного самоуправления.

### Задание 3.

Верны или неверны следующие выражения?

	Да	Нет	Комментарии
<p>1. Бюджет - это финансовый план территориального образования.</p> <p>2. Звенем бюджетной системы являются местные бюджеты.</p> <p>3. Обосновано ли применение термина "бюджетно-финансовая политика государства".</p> <p>4. Бюджет выполняет две функции распределительную и контрольную.</p> <p>5. Бюджетная политика – составная часть финансовой политики государства.</p> <p>6. Бюджетная система состоит из 2-х уровней: федерального бюджета и местных бюджетов.</p>			

#### Задание 4.

Верны или неверны следующие выражения?

Вопросы	Верно	Неверно	Комментарии
<p>1. Налоговое планирование – это уклонение от уплаты налогов.</p> <p>2. К федеральным налогам относится налог на доходы физических лиц.</p> <p>3. Работающие граждане не являются плательщиками взносов</p>			

<p>во внебюджетные фонды.</p> <p>4. Косвенные налоги занимают наибольший удельный вес в доходах федерального бюджета РФ.</p> <p>5. Налоги – это обязательные, возмездные платежи в пользу бюджета.</p> <p>6. Текущие бюджетные расходы – это расходы на инвестиционные нужды и приращение запасов.</p> <p>7. Современная финансовая политика российского государства направлена на рост непроцентных расходов федерального бюджета.</p> <p>8. Обслуживание государственного долга является самой крупной статьей расходов Федерального бюджета.</p> <p>9. Преимущественно финансирование социально-культурной сферы осуществляется за счет территориальных бюджетов</p>			
---	--	--	--

### Задание 5.

Заполните таблицу, отразив источники формирования и направления использования резервного фонда:

	Источники формирования резервного фонда	Направления использования Резервного фонда
1. В соответствии с Бюджетным кодексом		

2.Практическая реализация с 2013 года		
--	--	--

### **Задание 6.**

Проанализируйте структуру внутреннего долга РФ за последние 5 лет.

## **Тема 6. Внебюджетные фонды**

**Государственные внебюджетные фонды** - это форма перераспределения и использования финансовых ресурсов для финансирования общественных потребностей.

Государственными внебюджетными фондами РФ являются:

- 1) Пенсионный фонд РФ;
- 2) Фонд социального страхования РФ;
- 3) Федеральный фонд обязательного медицинского страхования;
- 4) Государственный фонд занятости населения РФ.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Необходимость и условия образования внебюджетных фондов.
2. Классификация внебюджетных фондов. Роль внебюджетных фондов в реализации программ социального обеспечения граждан.
3. Пенсионный фонд Российской Федерации. Организация управления Пенсионным фондом РФ. Источники и порядок формирования бюджета Пенсионного фонда РФ.
4. Фонд социального страхования Российской Федерации. Порядок формирования средств фонда и основные направления их использования.
5. Фонды обязательного медицинского страхования. Структура фондов медицинского страхования. Порядок формирования средств фондов и основные направления использования ресурсов.

### **Задание 1.**

Охарактеризуйте динамику доходов и расходов Пенсионного фонда РФ за последние годы.

### **Задание 2.**

Проанализируйте состав и структуру расходов Фонда социального страхования.

### **Задание 3.**

Заполните таблицу по выплатам пособий из Фонда социального страхования РФ.

Виды пособий	Размеры пособий	Особенности выплат
1.		
2.		
и т.д.		

#### **Задание 4.**

Работнице на основании листка нетрудоспособности предоставлен отпуск по беременности и родам на период 140 календарных дней (с 7 февраля по 25 июня). Ее месячный оклад – 9200 руб. Рассчитайте пособие по беременности и родам.

#### **Задание 5.**

Рассчитать сумму страховых взносов за квартал и распределить ее по внебюджетным фондам, если налоговая база за квартал 168 млн. руб.

### **Тема 7. Финансы транспортных организаций**

**Финансы организаций** - это совокупность финансовых отношений, связанных с организацией производства и реализацией продукции, выполнением работ, оказанием услуг, формированием финансовых ресурсов, осуществлением инвестиционной деятельности.

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Предпринимательство и принципы организации финансов коммерческих организаций. Взаимоотношения предприятий с другими экономическими субъектами.
2. Финансовые ресурсы и их особенности на стадии создания и функционирования коммерческого предприятия.
3. Внеоборотные активы и их классификация.
4. Основной капитал предприятия, его состав и источники финансирования.
5. Амортизация и способы начисления амортизационных отчислений.

#### **Задание 1.**

Схематично изобразите процесс формирования прибыли предприятия.

#### **Задание 2.**

Инвестор располагает капиталом в 50 тыс. руб. и размещает его на депозите сроком на 2 года. При вложении капитала согласно первому варианту доход составляет 100% годовых. Согласно второму варианту вложение производится по кварталам. Доход начисляется из расчета 8% годовых.

Выберите наиболее доходный вариант вложения капитала и определите сумму дополнительного чистого дохода.

### Задание 3.

Используя бухгалтерский баланс организации, определите размер и структуру оборотных средств организации на начало года и отчетную дату и внесите данные в таблицу, приведенную ниже.

Состав и структура оборотных средств организации

Показатели	На начало года		На отчетную дату	
	Сумма, тыс. руб.	Удельный вес, %	Сумма, тыс. руб.	Удельный вес, %
Производственные оборотные фонды – всего в том числе: производственные запасы, включая МБП животные на выращивании и откорме незавершенное производство расходы будущих периодов				
Фонды обращения, всего в том числе: готовая продукция средства в расчетах и прочих активах денежные средства				
<b>ИТОГО</b>				

### Задание 4.

Имеются итоговые показатели инвестиционного проекта:

Прибыль от амортизации – 21103 тыс. руб.;

Амортизационные отчисления – 4647 тыс. руб.;

Инвестиционные затраты – 9390 тыс. руб.;

Налоговые выплаты – 8105 тыс. руб.

Определите чистый доход инвестиционного проекта и оцените его эффективность, если норма рентабельности инвестиционных затрат должна быть не менее 80%.

### Задание 5.

Среднесписочная численность работников составляет 89 человек, стоимость произведенной за год продукции – 4505,4 тыс. руб., среднегодовая стоимость основных

производственных фондов – 17562,0 тыс. руб. Рассчитайте показатели использования основных фондов предприятия.

### **Задание 6.**

Рассчитать прибыль от реализации продукции, если выручка от реализации с учетом НДС – 3 185 390 тыс. руб., производственная себестоимость реализованной продукции – 1 562 320 тыс. руб., коммерческие расходы -110300 тыс. руб., управленческие расходы - 138230 тыс.руб.

### **Задание 7.**

По данным бухгалтерского баланса:

Внеоборотные активы –7000; Запасы – 2500; Денежные средства – 500;

Капитал и резервы – 4000; Краткосрочные пассивы – 6000.

Рассчитайте показатели финансовой устойчивости предприятия.

### **Задание 8.**

Петров, единоличный собственник, имеет небольшое предприятие, которое оказывает услуги по перевозке грузов в Москве. Суммарные активы предприятия 263 000 руб., а текущие обязательства - 90 000 руб. К тому же у господина Петрова есть собственный капитал, равный 467 000 руб. и обязательства некоммерческого характера на сумму 42 000 руб., представленные залогом на его дом. Он хочет предоставить одному из своих служащих, Иванову, справедливую долю в бизнесе. Петров рассматривает возможности организации товарищества или регистрации корпорации, в которой Иванов получил бы определённый пакет акций. Иванов имеет собственный капитал, равный 36 000 руб.

а. Какова максимальная сумма убытков, которые может понести господин Петров, например, в случае крупного судебного процесса (иск на сумму 600 000 руб.), будучи единоличным собственником предприятия?

б. Каков объём его риска (величина потерь) в условиях товарищества с неограниченной ответственностью? Разделяют ли риск партнёры?

в. Каков объём его риска в условиях корпорации?

### **Задание 9.**

По данным, представленным в таблице, определить остаточную стоимость производственного оборудования по состоянию на 31 декабря отчетного года, если амортизация начисляется по кумулятивному методу.

Производственное оборудование приобретено и принято в эксплуатацию в апреле отчетного периода.

Исходные данные:

Показатели	Сумма
1. Начальная стоимость оборудования, тыс. ден. ед.	340
2. Срок полезного использования, лет	7
3. Ликвидационная стоимость, тыс. ден. ед.	42

## Тема 8. Финансы населения

**Финансы населения (домашних хозяйств)** представляют собой своеобразную часть финансовой системы. Являясь звеном финансовой системы на уровне отдельной семьи, они представляют собой экономические денежные отношения по формированию и использованию фондов денежных средств в целях обеспечения материальных и социальных условий жизни членов хозяйства и их воспроизводства.

Доходы или по-другому, финансы населения – это исторический вид денежных ресурсов, складывающиеся из заработков, полученных с трудовой деятельности, либо перешедших по наследству. Финансы населения представляют собой часть государственной финансовой системы.

### Вопросы для самопроверки:

1. Значение населения как участника финансовых отношений в обществе.
2. Фонды денежных средств, формируемые населением, их целевые характеристики и факторы, воздействующие на их объем и разнообразие.
3. Доходы населения. Оплата труда как основной источник доходов российского населения: формы оплаты труда, компенсирующие и стимулирующие выплаты.
4. Доходы от инициативной деятельности, их разнообразие и возможности получения.
5. Расходы населения. Потребительские расходы, их структура, влияние различных факторов на их объемы и разнообразие.
7. Сбережения населения и их значение для экономики страны. Факторы, влияющие на объемы и формы сбережений.

### Задание 1.

Семья состоит из 5 человек:

Отец – предприниматель без образования юридического лица;

Мать – преподаватель в школе;

Бабушка – пенсионерка;

Дочь – студентка;

Сын – ученик школы.

Составьте бюджет семьи согласно форме, приведенной в таблице, по источникам доходов и статьям расходов.

Доходы семьи	Расходы семьи

--	--

### **Задание 2.**

Предприятие приобрело у физического лица, не являющегося налоговым резидентом РФ, автомобиль, который находится в собственности данного лица 2 года. Цена автомобиля в соответствии с договором купли-продажи составляет 140 000 рублей.

Определите размер налога на доходы физических лиц, удержанного предприятием у физического лица.

### **Задание 3.**

В январе 2015 года физическим лицом заключен договор добровольного страхования жизни сроком на 2 года. В соответствии с условиями договора сумма страховой выплаты составляет 15000 рублей. Сумма страховых взносов, внесенных физическим лицом – 4000 руб. Ставка рефинансирования, установленная ЦБ РФ на момент заключения договора, – 9%.

Определите размер налога на доходы физических лиц.

## **Тема 9. Финансовый рынок**

**Финансовый рынок** – это сфера проявления экономических отношений между продавцами и покупателями финансовых (денежных) ресурсов и инвестиционных ценностей (то есть инструментов образования финансовых ресурсов), между их стоимостью и потребительской стоимостью.

Финансовый рынок состоит из системы рынков: валютного, страхового, ценных бумаг, ссудных капиталов или денежного и др.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Виды финансовых активов, являющиеся объектами спроса и предложения на финансовом рынке. Основные сегменты финансового рынка.
2. Кредитный рынок и его структура. Участники кредитного рынка и особенности реализуемых ими интересов на денежном и капитальном сегментах этого рынка.
3. Валютный рынок и его функции. Участники валютного рынка и способы использования иностранной валюты. Классификация валютных рынков..
4. Рынок ценных бумаг, его структура и значение в современной рыночной экономике. Виды ценных бумаг и их классификация
5. Страховой рынок. Страхование как форма финансового посредничества. Классификация видов и отраслей страхования.

### **Задание 1.**

Обоснуйте роль и значимость рынка ценных бумаг для развития финансового рынка страны. Проанализируйте динамику экономического роста и объемов рынка ценных бумаг за период с 2012 года по настоящее время.

### Задание 2.

Проанализируйте, сравните, отразите сходство и отличие экономических категорий: «Страхование», «Финансы», «Кредит»:

Страхование	Финансы	Кредит

### Задание 3.

Заполните таблицу, отразив функции, цели, задачи Федеральной службы страхового надзора РФ.

Функции	Цели	Задачи

### Задание 4.

Придумайте и составьте кроссворд, используя терминологию, применяемую в страховании.

### Задание 5.

Фермерское хозяйство «Красные зори» застраховало будущий урожай свеклы по системе предельной ответственности, исходя из нормативной стоимости урожая 2,8 тыс. руб. с 1 га. В соответствии с условиями договора, ущерб возмещается в размере 70%.

Фактическая стоимость урожая составила 2,1 тыс. руб. с 1 га. Посевная площадь – 10 га.

Определите ущерб фермерского хозяйства от недополучения урожая. Рассчитайте размер страхового возмещения, которое получит фермерское хозяйство.

### Задание 6.

ВТБ 24 установил следующий курс евро: покупка – 60,90 руб., продажа – 62,90 руб. Определить: а) сколько рублей можно купить за 250 EUR; б) сколько евро можно купить за 500 тыс. руб.

### **Задание 7.**

Рассчитать сумму страхового возмещения по системе пропорциональной ответственности. Стоимостная оценка объекта страхования – 4,75 млн. руб., страховая сумма – 2,8 млн. руб., ущерб страхователя в результате повреждения объекта – 3 млн. руб.

### **Задание 8.**

Рассчитать сумму страхового возмещения по системе первого риска. Автомобиль застрахован по системе первого риска на сумму 195 тыс. руб. Стоимость автомобиля – 210 тыс. руб. Ущерб страхователя, в связи с аварией автомобиля, составил 112 тыс. руб.

### **Задание 9.**

В результате дорожно-транспортного происшествия (ДТП) уничтожен автомобиль. Цена автомобиля – 120 тыс. руб. Износ на момент заключения договора страхования – 20%. Стоимость уцелевших деталей составила – 15 тыс. руб. На приведение их в порядок израсходовано 1,2 тыс. руб. Исчислить ущерб страхователя и размер страхового возмещения, если автомобиль застрахован на полную стоимость.

### **Задание 10.**

Хозяйствующий субъект застраховал свое имущество сроком на 1 год с ответственностью за кражу со взломом на сумму 200 млн. руб. Ставка страхового тарифа – 0,3% страховой суммы. По договору страхования предусмотрена условная франшиза «свободно от 4%». Скидка к тарифу – 2%. фактический ущерб страхователя составил 13,5 млн. руб. Рассчитайте размер страхового взноса и страхового возмещения.

### **Задание 11.**

Хозяйствующий субъект застраховал свое имущество сроком на 1 год с ответственностью за кражу со взломом на сумму 500 млн. руб. Ставка страхового тарифа – 0,3% страховой суммы. По договору страхования предусмотрена безусловная франшиза в размере 0,5 млн. руб., при которой предоставляется скидка к тарифу 4%. фактический ущерб страхователя составил 13,7 млн. руб. Рассчитайте размер страхового взноса и страхового возмещения

### **Задание 12.**

В результате ДТП уничтожен автомобиль. Его действительная первоначальная стоимость – 200 тыс. руб., износ на момент заключения договора страхования – 10%. Стоимость пригодных деталей после страхового случая составила 15 тыс. руб. (с учетом износа – 13,5 тыс. руб.). На приведение в порядок указанных деталей израсходовано 2,5 тыс. руб. В договоре предусмотрена безусловная франшиза 2 тыс. руб. Исчислите ущерб страхователя и размер страхового возмещения, если автомобиль застрахован на 70% от действительной стоимости.

### **Задание 13.**

Владелец автомобиля Nissan Primera (2006 года выпуска, мощность двигателя – 90 л.с.), проживающий в Санкт-Петербурге ежегодно оформляет договор обязательного страхования автогражданской ответственности. Автомобиль находится в собственности 3 года. За время эксплуатации автомобиля дорожно-транспортных происшествий не происходило. Кроме владельца, к управлению автомобилем никто не допущен. Автомобиль эксплуатируется круглый год. Владелец автомобиля имеет право на вождение автотранспортных средств с 1991 года. Возраст автовладельца – 53 года.

За безаварийное вождение, страховой компанией предоставляется скидка 10% от уплачиваемой премии.

Рассчитайте страховую премию, подлежащую к уплате при продлении договора страхования еще на один год в 2014 году.

#### **Задание 14.**

Гражданин приобрел для осуществления частных грузовых перевозок бортовой грузовой автомобиль Камаз-5320, грузоподъемностью 8 т. При регистрации автомобиля в органах ГИБДД он одновременно оформляет договор обязательного страхования гражданской ответственности владельца транспортных средств. Возраст автовладельца 30 лет, стаж вождения – 5 лет. Предполагается использовать автомобиль в период весна-осень (с марта по ноябрь).

Рассчитайте премию, которую необходимо уплатить автовладельцу при первичном заключении договора страхования. Автовладелец проживает на территории Ленинградской области.

#### **Задание 15.**

В результате дорожно-транспортного происшествия владельцем автомашины (Kia Sorento, 2005 года выпуска, мощность двигателя – 150 л.с.; стаж вождения – 1,5 лет; возраст автовладельца – 27 лет; до настоящего происшествия в ДТП не участвовал), был причинен ущерб другому автомобилю (Lada Kalina, 2006 года выпуска, мощность двигателя 80 л.с.; стаж вождения – 10 лет; возраст автовладельца – 36 лет; до настоящего происшествия в ДТП не участвовал). По результатам проведенной экспертизы, ущерб, причиненный имуществу пострадавшего автовладельца был оценен в 100000 руб., а вред нанесенный пострадавшему в результате ДТП – оценивается в размере 25000 руб.

Определите:

- размеры страховых премий, уплаченных страхователями при заключении договора обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств (проживают в Нижнем Новгороде, автомобили эксплуатируются круглый год);
- размер выплаченной суммы потерпевшему при ДТП.
- в каких пределах осуществляются данные выплаты?

#### **Задание 16.**

Определите страховой взнос транспортной организации на год при страховании гражданской ответственности водителей транспортных средств. Стаж водителей:

до 1 года – 6 человек;  
от 1 года до 5 лет – 2 человека;  
от 5 до 10 лет – 3 человека;  
свыше 10 лет – 1 человек.

Страховая сумма гражданской ответственности на каждого водителя составляет 100 тыс. руб.

Тарифные ставки, зависящие от стажа водителя следующие (в % от страховой суммы):  
До 1 года – 5,6%; от 1 до 5 лет – 3,4%; от 5 до 10 лет – 2,8%; свыше 10 лет – 2,2%.

#### **Задание 17.**

В результате ДТП нанесен вред нескольким пешеходам:

Первому – на сумму 55 тыс. руб.;

Второму – на сумму 15 тыс. руб.;

Третьему – на сумму 45 тыс. руб.

В договоре добровольного страхования ответственности предусмотрен лимит ответственности страховщика на один страховой случай в сумме 80 тыс. рублей.

Определите, какую сумму выплатит страховщик каждому потерпевшему.

#### **Задание 18.**

При добровольном страховании условиями договора гражданской ответственности владельца автомашины предусмотрен лимит ответственности на один страховой случай – 100 тыс. руб. и лимит ответственности на весь срок договора – 200 тыс. руб.

В период действия договора произошло три страховых случая:

Ущерб по первому составил 80 тыс. руб.;

По второму – 120 тыс. руб.;

По третьему – 50 тыс. руб.

Определить страховые возмещения, выплаченные страховщиком по каждому страховому случаю.

## Список литература

### 1. Основная литература:

1. Финансы : учебник и практикум для вузов / Н. И. Берзон [и др.]. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 498 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01172-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449778>

2. Финансы : учебник и практикум для вузов / Л. А. Чалдаева [и др.]; под редакцией Л. А. Чалдаевой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 439 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9586-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450194>

### 2. Дополнительная литература.

1. Мавлютов, Р. Р. Финансы : учебник / Р. Р. Мавлютов. — Волгоград : Волгоградское научное издательство, 2015. — 268 с. — ISBN 978-5-00072-151-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/44381.html>

2. Цику, Б. Х. Финансы организаций : учебное пособие / Б. Х. Цику, С. О. Кушу. — Краснодар : Южный институт менеджмента, 2011. — 168 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/10310.html>

### 3. Интернет-ресурсы

ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/>;

ЭБС «ZNANIUM.COM» - Режим доступа: <http://znanium.com>;

ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>;

ЭБС «Троицкий мост» - Режим доступа: [http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all\\_books](http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books);

ЭБ ИЦ «Академия» - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБ РГАТУ - Режим доступа : <http://bibl.rgatu.ru/web>

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

**КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ»**

для студентов очной и заочной формам обучения  
по направлению подготовки  
23.03.01 «Технология транспортных процессов»

г. Рязань 2023 год

Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Экономика отрасли» для студентов очной и заочной формам обучения по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Разработчик – заведующий кафедрой экономики и менеджмента, кандидат экономических наук, доцент \_\_\_\_\_ А.Б. Мартынушкин

рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «22» марта 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой экономики и менеджмента \_\_\_\_\_ А.Б. Мартынушкин

## СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1.1. Автотранспорт как отрасль материального производства

Тема 1.2. Элементы экономической теории автомобильного транспорта

Тема 2.1. Основные производственные фонды автомобильного транспорта

Тема 2.2. Оборотные фонды автотранспортного предприятия

Тема 2.3. Трудовые ресурсы и оплата труда в автомобильном транспорте

Тема 3.1. Издержки и себестоимость перевозок на автомобильном транспорте

Тема 3.2. Формирование доходов на автомобильном транспорте

Тема 4.1. Развитие и реформирование автотранспортного предприятия

Тема 4.2. Основы внутрифирменного планирования на АТП

Тема 4.3. Управление перевозками на автомобильном транспорте

## **ТЕМА 1.1. АВТОТРАНСПОРТ КАК ОТРАСЛЬ МАТЕРИАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **1. Предметом экономики автомобильного транспорта являются:**

- а) формирование и структура распределения трудовых, материальных и финансовых ресурсов при производстве автотранспортных услуг;
- б) экономические отношения, законы и закономерности функционирования и развития производства автотранспортных услуг;
- в) сектор экономики, в котором предприятия и предприниматели автомобильного транспорта продают свои услуги потребителям;
- г) производственные силы в их взаимодействии с производственными решениями при производстве автотранспортных услуг.

### **2. Экономика автомобильного транспорта представляет собой:**

- а) совокупность знаний и опыта, позволяющих реализовать специфику экономических законов в автотранспортной отрасли;
- б) совокупность знаний, позволяющих сформулировать стратегию развития автотранспортной отрасли и рынка автотранспортных услуг на основе анализа конъюнктуры, спроса и предложения;
- в) совокупность знаний и опыта, позволяющих найти экономически обоснованные решения проблем отраслевого характера;
- г) совокупность данных, позволяющих найти оптимальный уровень концентрации и специализации производства автотранспортных услуг с учетом развития рыночных отношений.

### **3. К основным задачам изучения курса «Экономика автомобильного транспорта» относят:**

- а) обоснование масштабов и методов государственного регулирования автотранспортной отрасли;
- б) выбор и реализация методов экономии ресурсов при экономически эффективной доставке грузов и пассажиров;
- в) исследование закономерностей и принципов развития производительных сил при перевозке грузов и пассажиров;

г) изучение процесса координации и взаимной увязки всех показателей, отражающих экономическую эффективность автотранспортной отрасли.

**4. Что из ниже перечисленного не является особенностью транспорта как отрасли материального производства:**

а) при производстве транспортных услуг не используется сырье, а в затратах на производство транспортных услуг велика доля заработной платы;

б); транспортная услуга существенно отличается от других видов продукции;

в) труд работников транспортных предприятий не является производительным, при этом его результаты воплощены в вещественной форме;

г) производство транспортных услуг сильно зависит от внешней среды.

**5. К свойствам продукции транспорта (транспортных услуг) относят:**

а) неодинаковость;

б) непостоянство;

в) непоследовательность;

г) неравномерность в пространстве.

**6. Контроль за грузами в пути следования относят к:**

а) транспортным операциям;

б) экспедиционным операциям;

в) координационным операциям;

г) сопутствующим операциям.

**7. Под транспортным комплексом следует понимать:**

а) совокупность транспортных средств, путей сообщения, оборудования для перемещения грузов и для обеспечения развития дорожной инфраструктуры;

б) систему видов транспорта, имеющую определенную структуру, отвечающую целям государственного регулирования и удовлетворения реальных потребностей (в услугах транспорта) страны, где потенциал

каждого элемента оценивается через провозные возможности и экономический вклад в развитие страны;

в) совокупность эффективно взаимодействующих путей сообщения и транспортных средств, обеспечивающих погрузочно-разгрузочные работы, перевозку людей и грузов с использованием современных технологий в целях наилучшего удовлетворения спроса населения и грузовладельцев на транспортные услуги;

г) организационное единство процесса транспортного обслуживания как форму технологического и экономического объединения субъектов хозяйствования различных видов транспорта и инфраструктурных предприятий с целью обеспечения потребностей экономики в доставке грузов и пассажиров.

#### **8. Понятие транспортная система отражает необходимость:**

- а) процесса координации и взаимной увязки всех элементов системы;
- б) сопоставления частных и обобщающих экономических показателей системы;
- в) адаптации системы к воздействиям внутрипроизводственной среды;
- г) управления техническими элементами системы.

#### **9. Дорожные условия характеризуются –**

- а) прочностью и ровностью дорожного покрытия, продольным профилем дороги (предельными величинами уклонов и подъемов);
- б) состоянием дорожного покрытия в различное время года, интенсивностью движения;
- в) всеми вышеперечисленными факторами.

#### **10. Для рациональной организации погрузочно-разгрузочных работ необходимо:**

- а) правильно рассчитать производительность погрузочно-разгрузочных машин или механизмов;
- б) определить необходимое число рабочих и механизмов, занятых на погрузочно-разгрузочных или складских работах;

в) согласовать работу погрузочно-разгрузочных механизмов с задействованными автотранспортными средствами;

г) произвести все вышеперечисленное.

#### **11. Под динамичностью автомобиля понимают его способность:**

а) изменять направление движения изменением положения управляемых колес;

б) перевозить грузы и пассажиров с максимально возможной средней скоростью при заданных дорожных условиях;

в) работать в тяжелых дорожных условиях.

#### **12. Транспортные условия характеризуются**

а) объемом перевозок и их партионностью (размером партии), видом груза;

б) расстоянием перевозки, условиями погрузки-разгрузки;

в) особенностями вида и организации перевозок;

г) всеми вышеперечисленными факторами.

#### **13. Подвижной состав служит для ...**

а) выполнения транспортных (перевозка грузов, пассажиров и специального оборудования);

б) выполнения нетранспортных работ (производство различных операций);

в) выполнения транспортных (перевозка грузов, пассажиров и специального оборудования) и нетранспортных работ (производство различных операций).

#### **14. В состав погрузочно-разгрузочных пунктов входят**

а) подъездные пути и площадки для маневрирования; складские помещения; средства механизации ПРР;

б) складские помещения; весовые устройства; средства механизации ПРР; средства оперативной связи;

в) подъездные пути и площадки для маневрирования; складские помещения; весовые устройства; служебные и бытовые помещения; средства механизации ПРР; средства оперативной связи.

**15. Условия эксплуатации подвижного состава - это особенности осуществления перевозок, определяемые различными сочетаниями:**

- а) перевозочных, технических и климатических факторов;
- б) транспортных, дорожных и климатических факторов;
- в) транспортных, дорожных и экономических факторов.

**16. Эксплуатационные свойства автомобиля характеризуют -**

а) возможность его эффективного использования в определенных условиях;

б) возможность его эффективного использования в определенных условиях и позволяют оценить, в какой мере конструкция автомобиля соответствует требованиям эксплуатации;

в) свойства автомобиля, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением.

## ТЕМА 1.2. ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

### Задание 1

Дано: Функция спроса  $Q_d = 2700 - 5P$ ;

Функция предложения  $Q_s = 2P - 800$ ;

Найти:

- 1) Равновесную цену  $P_e$  и равновесный выпуск  $Q_e$
- 2) Избыточный спрос при  $P = 420$
- 3) Избыточное предложение при  $P = 520$

### Задание 2

Дано: на рынке три группы покупателей, спрос каждой из которых описывается соответствующей функцией:

1)  $P = 6 - 0.25Q$

2)  $P = 9 - 0.5Q$

3)  $P = 2 - 0.1Q$

Рыночное предложение товаров задано функцией  $Q = 6P + 14$ .

Правительство вводит потоварный налог в размере  $T = 2$

Найти: как изменяется количество и равновесная цена продаваемых товаров?

### Задание 3

Дано: Функция спроса  $Q_d = 56 - 8P$ ;

Функция предложения  $Q_s = 6P$ ;

Найти:

- 1) Равновесную цену  $P_e$  и равновесный выпуск  $Q_e$
- 2) Излишек потребителя (CS)
- 3) Излишек производителя (PS)

### Задание 4

Дано: Функция спроса  $Q_d = 540 - 5P$ ;

Функция предложения  $Q_s = 7P - 60$ ;

Государство устанавливает «потолок цены»  $P_{\text{потолок}} = 45$

Государство устанавливает «цену поддержки»  $P_{\text{поддержка}} = 53$

Найти:

- 1) Равновесную цену  $P_e$  и равновесный выпуск  $Q_e$
- 2) Размер дефицита после введения «потолка цены»
- 3) Размер избытка после введения «цены поддержки»
- 4) Дополнительные бюджетные расходы на выкуп государством избытка товаров

### Задание 5

Дано:

функция спроса машин  $Q_d = 360 - 8*P$

величина предложения машин ( $Q_s$ ) =  $2*p - 40$ .

государство устанавливает "потолок цены":  $P_{\text{потолок}} = 35$

функция предложения машин в долгосрочном периоде  $Q_s = 12*P - 200$

Найти:

- 1) дефицит машин в краткосрочном и долгосрочном периодах;
- 2) при какой цене рынок будет сбалансирован в долгосрочном периоде.

### Задание 6

Дано:

функция спроса  $Q_d = 5100 - 2*P$

функция предложения  $Q_s = 12*P - 500$

величина спроса сократилась на 1100

государство вводит "цену поддержки":  $P_{\text{поддержка}} = 360$

Найти:

- 1) старые и новые равновесные цены и равновесные выпуски;
- 2) избыток при  $P = 380$ ;

3) дополнительные бюджетные расходы государства на выкуп избытка.

### Задание 7

Дано:

Функция спроса  $Q_d = 2100 - 4P$ ;

Функция предложения  $Q_s = 3P - 700$

Найти:

- 1) Равновесную цену  $P_e$  и равновесный выпуск  $Q_e$
- 2) Избыточный спрос при  $P = 360$
- 3) Избыточное предложение при  $P = 430$

### Задание 8

Дано: функция спроса  $Q_d = 400 - 30 * P$

Функция предложения  $Q_s = 20 * P - 500$

Найти:

- 1) при какой цене избыточное предложение будет равно величине спроса и при какой цене избыточный спрос будет равен величине предложения?
- 2) излишки потребителя (CS) и излишки производителя (PS).

### Задание 9

Дано:

функция спроса на компьютеры в стране X:  $Q_d = 80 - 5P$

функция предложения на компьютеры в стране X:  $Q_s = 40 + 15P$

функция спроса на компьютеры в стране Y:  $Q_d = 80 - 20P$

функция предложения на компьютеры в стране Y:  $Q_s = 20 + 30P$

Найти:

- 1) Равновесную цену в стране X
- 2) Равновесную цену в стране Y
- 3) Какая страна будет экспортировать, а какая – импортировать товары

- 4) Равновесный выпуск в случае общего рынка двух стран  
 5) Общий доход (выручку) в случае общего рынка двух стран

### Задание 10

Дано: Таблица спроса:

$P$	24	20	16	12	8
$Q_d$	15	18	23	30	49
Точки	А	В	С	Б	Е

Найти:

Коэффициенты ценовой дуговой эластичности спроса на отрезках АВ, ВС, CD и DE.

### Задание 11

Дано:

функция спроса  $Q_d = 400 - 5P$ ;

функция предложения  $Q_s = 7P - 380$

Найти: Значения коэффициентов точечной эластичности спроса и предложения в точке равновесия.

### Задание 12

Дано: функция спроса товара X:  $Q_d^X = 15P_X - 30P_Y + 0,1M$

Цена товара X  $\rightarrow P_X = 10$

Цена товара Y  $\rightarrow P_Y = 5$

$M$  (доход) = 1400

Найти:

Значение точечных коэффициентов ценовой эластичности спроса на товар X; перекрестной эластичности спроса на товар X по цене товара Y; эластичности спроса на товар X по доходу.

### Задание 13

Дано:

Цена товара выросла на 5%, а доход потребителя товара вырос на 9%.

Эластичность спроса по цене равна - 0,20;

Эластичность спроса по доходу равна 0,35.

Найти:

Изменение количества потребляемого товара.

#### **Задание 14**

Дано:

Известны следующие данные, отражающие макроэкономическое состояние некой страны за определенный год (в млрд. ден. ед.):

- ✓ трансфертные платежи – 4,5;
- ✓ валовые внутренние инвестиции – 17,4;
- ✓ косвенные налоги на бизнес – 6,5;
- ✓ личные подоходные налоги – 2,8;
- ✓ чистый экспорт – 1,7;
- ✓ нераспределенная прибыль корпораций – 2,2;
- ✓ амортизация – 8,2;
- ✓ личные потребительские расходы – 80,4;
- ✓ налоги на прибыль корпораций – 1,9;
- ✓ взносы на социальное страхование – 0,4;
- ✓ государственные закупки товаров и услуг – 9,2.

Найти:

1) ВВП; 2) личный располагаемый доход, 3) величину частных сбережений; 4) величину изменения запаса капитала в экономике

#### **Задание 15**

Дано:

Экономика описана следующими показателями:

- ✓ потребительские расходы (C) = 2450;
- ✓ инвестиции (I) = 550;

- ✓ государственные расходы ( $G$ ) = 970;
- ✓ государственные трансферты ( $TR$ ) = 120;
- ✓ выплата процентов по государственному долгу ( $N$ ) = 240;
- ✓ налоги ( $T$ ) = 860.

Найти: 1) частные сбережения ( $S^p$ ); 2) государственные сбережения ( $S^g$ ); 3) стоимость дополнительных государственных облигаций ( $\Delta B$ ) и дополнительного количества денег ( $\Delta M$ ), выпущенных для покрытия дефицита госбюджета ( $BD$ ), если известно, что дефицит на 64% финансируется выпуском облигаций.

### **Задание 16**

Дано: Функция потребления домашних хозяйств:  $C = 80 + 0,65y^v$ .  
Ставка подоходного налога равна 25% и общий доход домашних хозяйств равен 400 ед.

Найти: Объем сбережений.

## **ТЕМА 2.1. ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФОНДЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

### **Задача 1**

Определить коэффициенты обновления, износа, годности, прироста и выбытия основных фондов автотранспортного предприятия. Основные фонды на начало года  $ОФ_{нг} = 15$  млн. руб.; основные фонды, вновь поступившие,  $ОФ_v = 0,75$  млн. руб.; основные фонды, выбывшие за год,  $ОФ_{выб} = 0,62$  млн. руб.; износ основных фондов за год  $I = 3,1$  млн. руб.

#### ***Методические указания***

Показатели, характеризующие состав и структуру основных производственных фондов:

- коэффициент обновления (%)  $K_{об} = ОФ_v \cdot 100 / (ОФ_k - I)$ ,

где  $ОФ_k$  – стоимость основных производственных фондов на конец года, руб.;

- коэффициент износа (%)  $K_{и}$ , определяется отношением износа основных фондов к стоимости основных фондов на конец года  $ОФ_k$ ;

- коэффициент годности (%)  $K_{г} = 100 - K_{и}$ ;

- коэффициент выбытия (%)  $K_{в} = ОФ_{выб} \cdot 100 / ОФ_{нг}$ ;

- коэффициент прироста (%)  $K_{пр} = (ОФ_{в} - ОФ_{выб}) \cdot 100 / ОФ_k$ .

## **Задача 2**

Определить показатели, характеризующие состав и структуру основных производственных фондов. Основные фонды на начало года – 1400 млн. руб. Основные фонды, вновь поступившие, – 230 млн. руб. Основные фонды, выбывшие за год, – 130 млн. руб. Износ основных фондов за год – 360 млн. руб.

## **Задача 3**

Определить коэффициенты обновления, выбытия и прироста основных производственных фондов автотранспортного предприятия. Стоимость основных производственных фондов на начало года – 15 млн. руб. В течение года было введено – 5,4 млн. руб., списано с баланса предприятия – 2,7 млн. руб., износ – 3,2 млн. руб.

## **Задача 4**

Определить стоимость вводимых и выбывающих основных производственных фондов АТП, коэффициенты прироста и выбытия. Стоимость основных производственных фондов на начало года – 2 млн. руб.; прирост основных производственных фондов – 0,2 млн. руб.; коэффициент обновления – 0,35, износ – 0,2 млн. руб.

## **Задача 5**

Определить среднегодовую стоимость основных фондов. На 1 января было 800 млн. руб. основных фондов; 1 мая поступило 100 млн. руб.; 5 сентября поступило 60 млн. руб.; 1 июня выбыло 80 млн. руб.; 17 августа выбыло 50 млн. руб.

### ***Методические указания***

Среднегодовая стоимость основных фондов определяется по формуле:

$$ОФ = ОФ_{нз} + \frac{\sum ОФ_{\text{в}_i} \cdot K_i}{12} - \frac{\sum ОФ_{\text{выб}_i} \cdot (12 - K_i)}{12},$$

где  $K$  – количество полных месяцев функционирования основных фондов в течение года.

### **Задача 6**

Определить среднегодовую стоимость основных фондов. На 1 января было 100 млн. руб.; 10 сентября поступило 80 млн. руб.; 25 сентября выбыло 50 млн. руб.; 4 октября поступило 70 млн. руб.; 5 октября выбыло 30 млн. руб.; 15 октября поступило 16 млн. руб.

### **Задача 7**

Определить первоначальную и остаточную стоимости подвижного состава. Стоимость подвижного состава автотранспортного предприятия – 50 млн. руб. Расходы по доставке подвижного состава – 2,5 млн. руб. За три года начислена сумма амортизации на восстановление 200 тыс. руб.

### ***Методические указания***

Основные фонды оцениваются по первоначальной стоимости, представляющей собой затраты на приобретение, включая стоимость доставки и монтажа; по остаточной стоимости, представляющей собой первоначальную стоимость за вычетом стоимости износа.

### **Задача 8**

Определить первоначальную и остаточную стоимости оборудования. Оптовая цена приобретенного оборудования – 270 тыс. руб. Расходы по доставке оборудования – 9 тыс. руб. Расходы по монтажу оборудования – 3 тыс. руб. Стоимость износа оборудования – 115 тыс. руб.

### **Задача 9**

Определить первоначальную и остаточную стоимости основных производственных фондов автотранспортного предприятия. Стоимость строительства автотранспортного предприятия – 24 млн. руб. Оптовая цена подвижного состава – 50 млн. руб. Оптовая цена приобретенного оборудования и инструмента – 15 млн. руб. Расходы по доставке и монтажу – 3 млн. руб. За период эксплуатации износ основных фондов составил 15 млн. руб.

### **Задача 10**

Определить показатели эффективности использования основных фондов автотранспортного предприятия. Балансовая прибыль АТП за год – 1917 тыс. руб. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов – 5644 тыс. руб. Годовая сумма доходов – 9632 тыс. руб. Среднесписочная численность работающих – 188 чел.

#### ***Методические указания***

Показатели, характеризующие эффективность использования основных фондов:

- фондоотдача, определяется отношением доходов к среднегодовой стоимости основных производственных фондов;
- фондоемкость, обратный показатель фондоотдачи;
- фондовооруженность, определяется отношением среднегодовой стоимости основных производственных фондов к численности работников;
- рентабельность основных фондов, определяется отношением прибыли предприятия к стоимости основных производственных фондов.

### **Задача 11**

Определить норму амортизации на восстановление по автомобилю ГАЗ-3307. Первоначальная стоимость  $C_n = 650$  тыс. руб. Нормативный срок службы  $T = 7$  лет.

#### ***Методические указания***

В основе построения норм амортизации по подвижному составу заложена восстановительная стоимость в размере 90 % и остаточная стоимость  $C_o = 10$  %.

Норма амортизации по подвижному составу на восстановление:

$$H_a = (C_n - C_o) \cdot 100 / (C_n \cdot T).$$

### **Задача 12**

Определить рентабельность использования основных производственных фондов. Общая сумма прибыли авторемонтного предприятия – 24 млн. руб. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов – 420 млн. руб.

### **Задача 13**

Определить коэффициенты интенсивного и экстенсивного использования подвижного состава, коэффициент интегральной загрузки. Плановая продолжительность работы автомобиля КамАЗ-55111 – 9,6 ч, фактическая – 10,8 ч. Плановая выработка автомобиля – 200 т-км, фактическая – 230 т-км.

#### ***Методические указания***

Коэффициент экстенсивного использования основных фондов представляет собой отношение фактически отработанного времени в часах к плановому.

Коэффициент интенсивного использования основных фондов определяют отношением фактически выполненной работы за 1 ч к плановой.

Коэффициент интегральной загрузки определяется умножением коэффициентов интенсивного и экстенсивного использования основных производственных фондов.

#### **Задача 14**

Определить норму и сумму годовых амортизационных отчислений. Первоначальная стоимость станка – 40 тыс. руб., срок его полезного использования 5 – лет. АТП применяет линейный способ начисления амортизации.

#### ***Методические указания***

При линейном способе годовая сумма амортизации определяется по первоначальной стоимости объекта основных средств и принятой норме амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта.

#### **Задача 15**

Определить процент и сумму амортизационных отчислений по годам использования оборудования. При начислении амортизации АТП применяет способ списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования. Первоначальная стоимость оборудования – 225 тыс. руб., срок его полезного использования – 10 лет.

#### ***Методические указания***

При способе списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования годовая сумма амортизационных отчислений определяется исходя из первоначальной стоимости объекта и годового соотношения, где в числителе – число лет, остающихся до конца срока службы объекта, а в знаменателе – сумма чисел лет срока службы объекта.

#### **Задача 16**

Определить ежемесячную норму и сумму амортизационных отчислений, применяя линейный способ начисления амортизации. АТП приобрело стенд по ремонту головок блоков цилиндров стоимостью 15 тыс. руб. Срок службы стенда – 10 лет.

## **ТЕМА 2.2. ОБОРОТНЫЕ ФОНДЫ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

### **Задача 1**

Определить расход топлива на эксплуатацию автомобилей КамАЗ-5320. Общий пробег автомобилей КамАЗ-5320 – 15 тыс. км, транспортная работа – 29 тыс. т-км.

#### ***Методические указания***

Норма расхода топлива на эксплуатацию для грузовых автомобилей складывается из расхода топлива на пробег и транспортную работу. Норма расхода топлива на пробег для КамАЗа-5320 – 25 л/100 км. Норма расхода топлива на транспортную работу - 1,3 л/100 т-км.

### **Задача 2**

Определить расход топлива на эксплуатацию автомобилей КамАЗ-55111. Общий пробег – 10,3 тыс. км; количество ездов – 740.

#### ***Методические указания***

Расход топлива на эксплуатацию для автомобилей-самосвалов складывается из расхода топлива на пробег и на каждую езду с грузом. Норма расхода топлива на езду – 0,25 л. Норма расхода топлива на пробег – 37 л/100 км.

### **Задача 3**



ЗИЛ-131	41	19800	7590	2,2	0,3	0,1	0,2
КамАЗ-4310	31	23760	9208	2,8	0,4	0,15	0,35

### **Методические указания**

Расход  $i$ -го вида смазочных материалов определяется по элементам отдельно по маркам подвижного состава:  $P_i = \frac{H_i \cdot P_{общ}}{100}$ , где  $H_i$  – норма расхода моторного масла, л на 100 л общего расхода топлива.

### **Задача 6**

Используя данные автомобильных шин.

Марка автомобиля	Общий пробег автомобилей, км	Марка шины	Нормативный пробег шин, тыс. км	Количество колес, шт.
ЗИЛ-4331	2327431	260-508	88	10
КамАЗ-53212	1428759	320R-508	93	10

### **Методические указания**

Потребность в автомобильных шинах:  $K_{ш} = n_k \cdot L_{общ} / L_{норм}$ , где  $n_k$  – количество колес на один автомобиль, ед.;  $L_{общ}$  – общий пробег автомобилей, км;  $L_{норм}$  – норма эксплуатационного ресурса шин, тыс. км.

### **Задача 7**

Используя данные таблицы, определить расход запасных частей для выполнения текущего ремонта в АТП.

Марка автомобиля	Пробег автомобилей, км	Норма расхода запасных частей и агрегатов на 1000 км пробега, ед.				
		ДВС	КПП	ПМ	ЗМ	РМ
ЗИЛ-130	1152900	0,0007	0,0005	0,0005	0,0005	0,0003
ЗИЛ-431510	1595944	0,0008	0,0006	0,0008	0,0006	0,0004

### **Методические указания**

Расход запасных частей и агрегатов  $i$ -й системы автомобиля [двигатель внутреннего сгорания (ДВС), коробка перемены передач (КПП), задний мост (ЗМ), передний мост (ПМ), рулевой механизм (РМ)] определяется:

$P_{зч_i} = \frac{H_{зч_i} \cdot L_{общ}}{1000}$ , где  $H_{зч_i}$  – норма расхода запасных частей и агрегатов  $i$ -й системы на 1000 км пробега, ед./1000 км;  $L_{общ}$  – общий пробег автомобилей, км.

### Задача 8

Используя данные таблицы, определить потребность АТП в материалах для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ЗИЛ-130. Годовой пробег составляет 8530 тыс. км.

Вид обслуживания	Норматив расхода ремонтных материалов на 1000 км пробега, л (кг)							
	Смазочные материалы, л (кг)				Обтирочные материалы	Амортизационная жидкость	Серная кислота	Спирт этиловый
	Моторное масло	трансмиссионное масло	специальные смазки	пластичные смазки				
ЕО	0,6	0,07	0,02	-	0,004	-	-	-
ТО-1	0,52	0,06	0,02	0,372	0,022	0,004	-	-
ТО-2	5,21	0,66	0,22	0,186	0,09	0,003	0,015	0,0000
ТР	1,12	0,14	0,05	0,062	0,033	0,004	0,135	0,0000

### Задача 9

По данным таблицы определить показатели эффективности использования оборотных средств и относительное высвобождение оборотных средств.

Показатели	Предшествующий период	Отчетный период	Отчетный период к предшествующему, %
Валовые доходы от всех видов деятельности, тыс. руб.	7482	7976	106,6
Среднегодовая стоимость нормируемых оборотных средств, тыс. руб.	326,5	328,2	100,5

### Методические указания

Показатели эффективности использования оборотных средств АТП:

- число оборотов определяется отношением годовой суммы доходов АТП к среднегодовой стоимости оборотных средств;

- продолжительность одного оборота определяется отношением календарного числа дней в году (360) к числу оборотов.

Если темп увеличения оборотных средств ниже темпа увеличения доходов, это указывает на относительное высвобождение оборотных средств:

$$\Delta \Phi_{об} = \frac{D_{отч}}{n_{об_6}} - \Phi_{об_{отч}}, \text{ где } D_{отч} - \text{валовые доходы отчетного периода, руб.}; n_{об_6}$$

– число оборотов в предшествующем периоде;  $\Phi_{об_{отч}}$  – среднегодовая стоимость оборотных средств, руб.

### **Задача 10**

Определить относительное высвобождение оборотных средств АТП, если среднегодовая стоимость нормируемых оборотных средств в отчетном периоде 220 тыс. руб., в предшествующем – 200 тыс. руб.; валовые доходы от эксплуатации в отчетном периоде – 4945 тыс. руб., в предшествующем – 4300 тыс. руб.

### **Задача 11**

Определить, на сколько сократится потребность в оборотных средствах АТП, если число их оборотов увеличится на 2. Среднегодовая стоимость оборотных средств предприятия – 315,4 тыс. руб., а валовые доходы от всех видов деятельности – 4738 тыс. руб.

### **Задача 12**

Определить, на сколько сокращается потребность в оборотных средствах АТП в результате сокращения продолжительности одного оборота на 4 дня, если известно, что среднегодовая стоимость оборотных средств 192,2 тыс. руб.; валовые доходы от всех видов деятельности составляют 4560 тыс. руб.

## **ТЕМА 2.3. ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ И ОПЛАТА ТРУДА В АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

### **Задача 1**

Определить численность персонала СТО при годовой производственной программе основных работ 168 тыс. чел. ч. Трудоемкость вспомогательных работ составляет 20 % от основных. Фонд рабочего времени рабочих – 1770 ч. Численность руководителей и специалистов принять в размере 10 % от численности ремонтных и вспомогательных рабочих, служащих – 5 % от численности ремонтных и вспомогательных рабочих, младшего обслуживающего персонала и пожарно-сторожевой службы – 2 % от численности ремонтных и вспомогательных рабочих.

#### ***Методические указания***

Численность ремонтных и вспомогательных рабочих определяется делением производственной программы на фонд рабочего времени.

Общая численность персонала определяется суммированием всех категорий персонала.

### **Задача 2**

Определить численность производственного персонала агрегатного участка АТП. Годовая производственная программа основных работ – 25000 чел. - ч. Трудоемкость вспомогательных работ составляет 20 % от основных. Фонд рабочего времени рабочих – 1870 ч. Коэффициент, учитывающий численность руководителей, специалистов и служащих, включаемых условно в состав бригады  $K_{psc} - 1,1$ .

#### ***Методические указания***

Численность производственного персонала определяется так:

$$N = (N_{pp} + N_{всп}) \cdot K_{psc}.$$

### **Задача 3**

Определить процент выполнения нормы выработки, если за смену слесарь обработал 20 деталей (при норме 15).

### **Задача 4**

Определить фонд рабочего времени ремонтного рабочего АТП за год.  $D_k$  – дни календарные (365 дней);  $D_n$  – праздничные дни (11 дней);  $D_{вых}$  – выходные дни (52 дня);  $D_{от}$  – дни отпуска (28 дней);  $D_б$  – дни невыхода на работу по болезни, составляют 2 % от дней календарных;  $D_{го}$  – дни выполнения общественных и государственных обязанностей, составляют 0,25 % от дней календарных;  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены (8 часов);  $D_{пн}$  – предпраздничные дни;  $D_{пвых}$  – предвыходные дни;  $D_{пот}$  – дни отпуска, совпадающие с предвыходными и предпраздничными днями (2);  $t_{сокp}$  – время, на которое сокращен рабочий день в предпраздничные и предвыходные дни (1 ч).

#### **Методические указания**

Годовой плановый фонд рабочего времени (ч):

$$\Phi P B = (D_k - D_n - D_{вых} - D_{от} - D_б - D_{го}) \cdot T_{см} - (D_{пн} + D_{пвых} + D_{пот}) \cdot t_{сокp}$$

#### **Задача 5**

Определить численность ремонтных рабочих. Бригада ремонтных рабочих произвела за год технические обслуживания и текущие ремонты подвижного состава в объеме 18900 ч, выполнив норму на 116 %. Фонд рабочего времени ремонтного рабочего составляет 1960 ч.

#### **Задача 6**

Определить численность водителей АТП. На балансе АТП 93 ед. подвижного состава; коэффициент выпуска автомобилей на линию – 0,7; средняя продолжительность нахождения в наряде – 8 ч, плановый фонд рабочего времени водителя (ФРВ) – 1850 ч.

#### **Методические указания**

Численность водителей:  $N_в = \frac{AЧ_э + AЧ_{п-з}}{\Phi P B}$ , где  $AЧ_э$  – автомобиле-часы

в эксплуатации;  $AЧ_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время, составляет 0,043 ч на 1 ч работы автомобиля.

#### **Задача 7**

Определить рост производительности труда при оказании отдельных услуг и в целом по всем услугам, предоставляемым АТП двумя методами, если в плановом периоде объем производства услуги А составляет  $D_{плА} = 800$  тыс. руб., услуги Б –  $D_{плБ} = 200$  тыс. руб., услуги В –  $D_{плВ} = 100$  тыс. руб.; численность работающих при оказании услуги А равна  $Ч_{плА} = 40$  человек, услуги Б –  $Ч_{плБ} = 20$  человек, услуги В –  $Ч_{плВ} = 80$  человек. В отчетном периоде  $D_{отчА} = 880$  тыс. руб.;  $D_{отчБ} = 360$  тыс. руб.;  $D_{отчВ} = 150$  тыс. руб.;  $Ч_{отчА} = 40$  человек;  $Ч_{отчБ} = 30$  человек;  $Ч_{отчВ} = 125$  человек.

### **Методические указания**

#### **Первый метод.**

Определяется производительность труда планового и отчетного периодов ( $ПТ_{пл}$  и  $ПТ_{отч}$ ) как отношение объема производства услуги к численности работников. Изменение производительности:

$$i = \frac{ПТ_{отч}}{ПТ_{пл}} \cdot 100 - 100.$$

**Второй метод** предусматривает сопоставление темпов роста объема производства ( $t_p D = D_{отч} / D_{пл}$ ) и численности работающих ( $t_p Ч = Ч_{отч} / Ч_{пл}$ ).

Производительность труда повышается при условии, если темпы роста объема производства опережают темпы роста численности, т. е.  $t_p D > t_p Ч$ .

### **Задача 8**

Определить производительность труда по отдельным услугам и в целом по всем услугам, предоставляемым СТО, а также отклонение производительности труда при оказании услуг от средней производительности, если цена услуги А составляет  $Ц_A = 50$  руб., услуги Б –  $Ц_B = 80$  руб., услуги В –  $Ц_B = 150$  руб. Объем услуг А –  $Q_A = 50$  ед., услуг Б –  $Q_B = 150$  ед., услуг В –  $Q_B = 350$  ед. Численность работающих составляет 60 человек, из которых в выполнении услуги А участвует 5 %, услуги Б – 15 %.

### **Методические указания**

Производительность – это отношение стоимости выполненных услуг к численности работающих:  $ПТ = Д / Ч$ .

По отдельной услуге  $Д = Ц \cdot Q$ , где  $Ц$  – цена;  $Q$  – количество услуг.

По всем услугам, предоставляемым СТО,  $Д = \sum_{i=1}^k Ц_i \cdot Q_i$ , где  $k$  – количество номенклатурных позиций;  $i = 1, 2, 3, \dots, k$ .

### **Задача 9**

Определить темпы роста производительности труда по отдельным услугам и в целом по всем услугам, предоставляемым СТО, если трудоемкость услуги А в плановом периоде  $T_{плА} = 15$  мин, услуги Б –  $T_{плБ} = 20$  мин, услуги В –  $T_{плВ} = 30$  мин; объем услуг А –  $Q_A = 200$  ед., услуг Б –  $Q_B = 250$  ед., услуг В –  $Q_V = 300$  ед. В отчетном периоде  $T_{отчА} = 12$  мин;  $T_{отчБ} = 15$  мин;  $T_{отчВ} = 25$  мин.

#### *Методические указания*

Изменение производительности труда по отдельным услугам определяется как отношение плановой трудоемкости услуги  $T_{пл}$  к фактическим затратам времени на производство одной услуги  $T_{отч}$ .

Темпы роста производительности труда по всем услугам, предоставляемым СТО, определяются как отношение суммарных затрат планового времени на весь объем оказываемых услуг (по всем номенклатурным позициям) к фактическим затратам времени:

$$t_p ПТ = \left[ \frac{\sum_{i=1}^k (T_{пл_i} \cdot Q_{пл_i})}{\sum_{i=1}^k (T_{отч_i} \cdot Q_{отч_i})} \cdot 100 \right].$$

### **Задача 10**

Определить коэффициент использования рабочего времени одного рабочего в течение смены, если время сверхплановых простоев  $t_{сн} = 30$  мин; номинальное время работы  $t_n = 540$  мин; время плановых простоев  $t_{пл} = 60$  мин.

### ***Методические указания***

Коэффициент использования рабочего времени одного рабочего рассчитывается по формуле

$$K_{ирв} = 1 - \frac{t_{сн}}{t_n - t_{нл}}.$$

### **Задача 11**

Определить изменение плановой численности рабочих СТО за счет сокращения сверхплановых простоев, если в плановом периоде каждый рабочий должен был отработать в течение года 230 дней ( $D_{пл}$ ). В результате сокращения числа заболеваемости и невыходов с разрешения администрации количество отработанных дней в году составило  $D_{ф} = 235$  дней. Численность производственного персонала  $Ч_{пн} = 500$  человек; доля рабочих  $a_{раб} = 0,8$ .

### ***Методические указания***

Изменение численности рабочих вследствие проведения организационно-технических мероприятий по сокращению сверхплановых простоев определяется по следующей формуле:

$$\pm Ч_{раб} = \left( \frac{D_{пл}}{D_{ф}} - 1 \right) \cdot a_{раб} \cdot Ч_{пн}.$$

### **Задача 12**

Определить общую численность работников АТП на плановый период, если численность работающих в базисном периоде  $N_{баз}$  составила 450 чел.; рост объемов оказанных услуг  $P_p$  составил 11,1 %, а рост производительности труда  $P_{пн} = 7,1$  %.

### ***Методические указания***

Численность работающих на плановый период определяется:

$$N_{пл} = N_{баз} \cdot \frac{P_p + 100}{P_{пн} + 100}.$$

### **Задача 13**

Определить изменение производительности труда одного работника. В отчетном году объем транспортной работы в денежном выражении  $\sum D_{отч}$  составил 260 тыс. руб. Среднесписочная численность производственного персонала АТП  $N_{отч} = 120$  чел. В планируемом году объем транспортной работы  $\sum D_{пл}$  составит 280 тыс. руб., а численность  $\Delta N$  сократится на 10 чел.

#### **Методические указания**

Производительность труда одного работника в отчетном году:

$$ПТ_{отч} = \frac{\sum D_{отч}}{N_{отч}}; \text{ производительность труда одного работника в плановом}$$

$$\text{году: } ПТ_{пл} = \frac{\sum D_{пл}}{N_{отч} - \Delta N}; \text{ изменение производительности труда: } ПТ = (ПТ_{пл} /$$

$$ПТ_{отч}) \cdot 100 - 100.$$

#### **Задача 14**

Определить производственную мощность механообрабатывающего цеха двумя методами, если производительность станка  $ПР = 4$  детали в час. Годовой фонд времени единицы оборудования при односменном режиме  $\Phi = 1800$  ч; режим работы цеха  $K = 2$  смены; количество установленного оборудования  $n = 12$  ед.; станкоемкость детали  $S = 15$  мин.

#### **Методические указания**

##### **Первый метод.**

Годовой выпуск продукции одного станка  $Q = ПР \cdot \Phi \cdot K$ .

Производственная мощность производственного подразделения АТП  $ПМ = Q \cdot n$ .

##### **Второй метод.**

Годовой эффективный фонд времени парка установленного оборудования (мин)  $\Phi_{эф} = \Phi \cdot K \cdot n \cdot 60$ . Производственная мощность  $ПМ = \Phi_{эф} / S$ .

#### **Задача 15**

Определить процент дополнительной заработной платы ремонтного рабочего, работающего по 6-дневной рабочей неделе.

**Методические указания**

Процент дополнительной заработной платы (%):

$$B_{\text{дон}} = \frac{D_{\text{от}}}{D_{\text{к}} - D_{\text{вых}} - D_{\text{п}} - D_{\text{от}}} \cdot 100 + 1,0$$

**Задача 16**

Определить общий фонд заработной платы ремонтных рабочих за год. Бригада ремонтных рабочих выполнила за год работы по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей в объеме 23620 ч. За это время автомобили проработали 3000 автомобиле-дней. Средняя часовая тарифная ставка – 12 руб. Сумма премий бригаде за обеспечение выполнения дневных заданий – 25 руб. за 1 автомобиле-день работы. Размер дополнительной заработной платы – 11,7% от основной.

**Задача 17**

Определить среднемесячную заработную плату ремонтного рабочего, если годовой фонд заработной платы, начисленный бригаде из 10 рабочих, составляет 421606 руб.

**Задача 18**

Определить заработную плату токаря за июль. Токарю АТП установлена часовая ставка заработной платы 25 руб./ч. В июле работник отработал 184 часа (23 рабочих дня по 8 ч).

**Методические указания**

При простой повременной системе оплаты труда организация оплачивает работникам фактически отработанное время.

Если работнику установлена часовая ставка, то заработная плата начисляется за то количество часов, которое он фактически отработал в конкретном месяце.

### **Задача 19**

Определить заработную плату слесаря за март. Слесарю АТП установлена дневная ставка заработной платы 300 руб./дн. В марте слесарь отработал 20 дней.

#### *Методические указания*

Если работнику установлена дневная ставка, то заработная плата начисляется за то количество дней, которое он фактически отработал в конкретном месяце.

### **Задача 20**

Определить заработную плату мастера за январь. Мастеру агрегатного участка установлен месячный оклад в размере 6000 руб. В январе из 20 рабочих дней мастер проработал 15 дней (5 дней находился в отпуске без сохранения заработной платы).

#### *Методические указания*

Работнику может быть установлен месячный оклад. Если все дни в месяце отработаны работником полностью, размер его заработной платы не зависит от количества рабочих часов или дней в конкретном месяце. Оклад начисляется в полном размере. Если работник отработал не весь месяц, то заработная плата начисляется только за те дни, которые фактически отработаны.

### **Задача 21**

Определить заработную плату работника отдела сбыта. Работнику отдела сбыта АТП установлен месячный оклад в размере 5000 руб. Положением о премировании АТП установлено, что работникам отдела

сбыта, добросовестно выполняющим служебные обязанности, выплачивается ежемесячная премия 1000 руб.

#### ***Методические указания***

Заработная плата при повременно-премиальной оплате труда рассчитывается так же, как и при простой повременной оплате труда.

Сумма премии прибавляется к заработной плате работника и выплачивается вместе с заработной платой.

#### **Задача 22**

Определить сдельную расценку и заработную плату токаря за апрель. Часовая ставка токаря АТП – 20 руб./ч. Норма выработки составляет 2 детали за 1 ч. За апрель токарь изготовил 95 деталей.

#### ***Методические указания***

При простой сдельной оплате труда заработная плата исчисляется исходя из сдельных расценок, установленных в АТП, и количества продукции (работ, услуг), которую изготовил работник. Заработную плату можно рассчитать перемножением сдельной расценки на количество изготовленной продукции.

Сдельная расценка определяется делением часовой (дневной) ставки на часовую (дневную) норму выработки.

#### **Задача 23**

Определить сумму заработной платы, начисленной токарю за апрель. Токарю 3-го разряда АТП установлена сдельная оплата труда. Сдельная расценка для токаря 3-го разряда составляет 40 руб. за одно готовое изделие. Согласно Положению о премировании работников АТП, при отсутствии брака работникам основного производства ежемесячно выплачивается премия 600 руб. В апреле токарь изготовил 100 изделий.

#### ***Методические указания***

Заработная плата при сдельно-премиальной оплате труда рассчитывается так же, как и при простой сдельной системе оплаты труда. Сумма премии прибавляется к заработной плате работника и выплачивается вместе с заработной платой.

#### **Задача 24**

Определить заработную плату работника. В АТП установлены следующие сдельные расценки:

Количество продукции, произведенной за месяц	Сдельная расценка
До 110 шт.	45 руб./шт.
Свыше 110 шт.	50 руб./шт.

За апрель работник АТП изготовил 120 изделий.

#### ***Методические указания***

При сдельно-прогрессивной системе оплаты труда сдельные расценки зависят от количества произведенной продукции за тот или иной период времени (например, месяц). Чем больше работник изготовил продукции, тем больше сдельная расценка.

#### **Задача 25**

Определить заработную плату работника за ноябрь. Работнику вспомогательного производства АТП установлена косвенно-сдельная оплата труда. Работник получает 3 % от заработка работников основного производства. В ноябре заработок работников основного производства составил 86000 руб.

#### ***Методические указания***

При косвенно-сдельной системе оплаты труда заработная плата работников обслуживающих производств устанавливается в процентах от общей суммы заработка работников того производства, которое они обслуживают.

### Задача 26

Определить сумму, причитающуюся к выплате слесарям за выполненную работу, сумму, причитающуюся к выплате одному слесарю, сумму, причитающуюся к выплате наладчику. В АТП бригада в составе двух слесарей и одного наладчика осуществила ремонт подъемника за 3 дня (24 ч рабочего времени). Общая стоимость работ – 2 400 руб. Слесари работали по 18 часов, а наладчик – 6 ч.

#### *Методические указания*

Аккордная система оплаты труда применяется при оплате труда бригады работников. При этой системе бригаде, состоящей из нескольких человек, дается задание, которое необходимо выполнить в определенные сроки. За выполнение задания бригаде выплачивается денежное вознаграждение.

Сумма вознаграждения делится между работниками бригады исходя из того, сколько времени отработал каждый член бригады.

### Задача 27

Определить среднюю часовую тарифную ставку ремонтных рабочих АТП.

Разряд	2	3	4	5
Количество ремонтных рабочих $N_i$ , чел.	10	38	38	15
Часовая тарифная ставка $C_q$ , руб./ч	10	17	21	27

#### *Методические указания*

Средняя часовая тарифная ставка ремонтных рабочих:

$$C_{ср.ч} = \frac{\sum C_q \cdot N_i}{\sum N_i},$$

где  $C_q$  – часовая тарифная ставка ремонтного рабочего в зависимости от разряда, руб.;  $N_i$  – число ремонтных рабочих  $i$  - го разряда, чел.

## Задача 28

Определить заработную плату ремонтного рабочего, оплачиваемого по повременно-премиальной системе. За месяц слесарь отработал 176 ч. Часовая тарифная ставка рабочего – 18 руб./ч. Месячный фонд заработной платы рабочих производственного участка по тарифу за отработанное время  $\sum \Phi ЗП_{уч}$  составляет 59,6 тыс. руб. За месяц участку начислена премия  $\sum П_{уч}$  за обеспечение выпуска автомобилей на линию 24 тыс. руб.

### *Методические указания*

Размер премии за обеспечение выпуска автомобилей на линию, приходящийся на 1 руб. тарифного заработка рабочих производственного участка:  $ЗП^m_{уч} = \sum П_{уч} / \sum \Phi ЗП_{уч}$ .

Размер премии слесарю  $ЗП_n = ЗП_m \cdot ЗП^m_{уч}$ , где  $ЗП_m$  – заработная плата за отработанное время.

## Задача 29

Определить сдельные расценки для оплаты труда водителя 3-го класса при работе на автомобиле ЗИЛ-ММЗ-555. Часовая тарифная ставка водителя 3-го класса – 25 руб./ч. Норма времени на погрузку и разгрузку 1 т строительного раствора бункером – 0,2 мин.

### *Методические указания*

Расценка за перевозку 1 т груза (руб./т):

$$C_m = \frac{C_{ч}^{3кл} \cdot t_{np}}{60 \cdot q \cdot \gamma},$$

где  $C_{ч}^{3кл}$  – часовая тарифная ставка водителя 3-го класса;  $t_{np}$  – норма времени простоя под погрузкой-разгрузкой, приходящаяся на 1 т груза с учетом времени на выполнение подготовительно-заключительных операций, мин.; 60 – коэффициент перевода часов в минуты;  $q$  – грузоподъемность транспортного средства, т;  $\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности.

Расценка за 1 т-км транспортной работы (руб./т-км):

$$C_{m-км} = \frac{C_{ч}^{3кл} \cdot (t_{дв} + t_{n-3})}{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot V_m \cdot \beta},$$

где  $t_{дв}$  – время движения автомобилей, мин, принимается 60 мин,  $t_{n-3}$  – подготовительно-заключительное время на 1 ч работы автомобиля на линии, 2,5 мин;  $V_m$  – средняя техническая скорость движения, км/ч, для автомобилей грузоподъемностью до 7 т – 25 км/ч, более 7 т – 24 км/ч;  $\beta$  – коэффициент использования пробега,  $\beta = 0,5$ .

### **Задача 30**

Определить заработную плату водителя 3-го класса автомобиля ЗИЛ-130, работавшего на перевозке кирпича. За месяц водитель перевез  $Q = 600$  т груза и выполнил  $P = 15800$  т-км транспортной работы. Норма времени на выполнение погрузочно-разгрузочных операций – 3,7 мин. Часовая тарифная ставка водителя 3-го класса – 25 руб./ч. Районный поясной коэффициент  $K_n = 1,15$ .

#### ***Методические указания***

Заработная плата за перевозку 1 т груза  $ЗП_m = Q \cdot C_m$ . Заработная плата за выполнение 1 т-км транспортной работы  $ЗП_{ткм} = P \cdot C_{ткм}$ . Заработная плата за выполненную работу  $ЗП_{тар} = (ЗП_m + ЗП_{ткм}) \cdot K_n$ . Доплаты за первый класс – 25 %.

### **Задача 31**

Требуется определить среднемесячную заработную плату одного работающего АТП по категориям персонала. Годовой фонд заработной платы водителей – 5295 тыс. руб., ремонтных и вспомогательных рабочих – 869 тыс. руб., руководителей и специалистов – 481,7 тыс. руб., служащих – 185,6 тыс. руб. Выплаты из фонда материального поощрения водителям – 639,5 тыс. руб., ремонтным и вспомогательным рабочим – 175,2 тыс. руб., руководителям и специалистам – 100,2 тыс. руб., служащим – 32,2 тыс. руб.

Численность водителей – 89 чел., ремонтных и вспомогательных рабочих – 20 чел., руководителей и специалистов – 9 чел., служащих – 5 чел.

### **Задача 32**

Определить коэффициент опережения темпа роста производительности труда по сравнению с ростом средней заработной платы по АТП за отчетный год, если производительность труда одного работающего в рублях дохода по плану  $ПТ_{пл} = 7713$  руб., по отчету  $ПТ_{отч} = 7929$  руб.; средняя заработная плата одного работающего по плану  $ЗП_{пл} = 4468$  руб., по отчету  $ЗП_{отч} = 4531$  руб.

#### ***Методические указания***

Индекс по производительности труда  $i_{ПТ} = ПТ_{отч} / ПТ_{пл}$ , по заработной плате  $i_{ЗП} = ЗП_{отч} / ЗП_{пл}$ . Коэффициент опережения темпа роста производительности труда по сравнению с темпом роста средней заработной платы одного работающего  $K = i_{ПТ} / i_{ЗП}$ .

### **Задача 33**

Определить заработную плату ремонтного рабочего, если рабочий в течение месяца отработал 155 ч. Часовая тарифная ставка – 18 руб./ч. За профессиональное мастерство и высокое качество работ рабочему установлена надбавка к тарифной ставке 16 %. Простой не по вине рабочего – 16 ч, в ночное время он отработал 18 ч. Рабочему начислена премия за качественное и своевременное выполнение задания в размере 25 % тарифной ставки за отработанное время.

#### ***Методические указания***

За работу в ночное время с 22 до 6 ч утра установлена доплата в размере 40 % часовой тарифной ставки. Простой не по вине рабочего оплачивается в размере 50 % часовой тарифной ставки.

### **Задача 34**

Определить заработную плату рабочих бригады за месяц, работающих в условиях бригадного подряда. Оплата труда производится по единому наряду и конечным результатам. В бригаде 11 чел., заработная плата бригады, начисленная по единому наряду и коллективным сдельным расценкам, составляет 58,64 тыс. руб. Остальные исходные данные приведены в таблице.

Рабочие	Тарифный разряд	Часовая тарифная ставка, руб./ч	Отработано за месяц, ч	Коэффициент трудового участия (КТУ)
1	5	21	182	0,9
2	4	18	182	1,1
3	3	15	174	1,15
4	4	18	156	1,3
5	3	15	182	0,98
6	3	15	178	1,25
7	5	21	182	1,05
8	4	18	182	1,13
9	3	15	174	1,2
10	2	12	182	1,18
11	2	12	168	1,3

#### ***Методические указания***

1. Определяется заработная плата каждого рабочего по часовым тарифным ставкам за отработанное время и общая сумма.

2. Определяется расчетная сумма тарифной заработной платы каждого рабочего с учетом КТУ и общая сумма.

3. Рассчитывается величина сдельного приработка рабочих бригады вычитанием из суммы заработной платы, начисленной по единому наряду и коллективным сдельным расценкам, суммы тарифной заработной платы всех рабочих бригады.

4. Определяется удельная величина сдельного приработка, приходящаяся на 1 руб. общей суммы расчетной заработной платы.

5. Рассчитывается сумма сдельного приработка, приходящаяся на каждого рабочего с учетом его КТУ.

6. Общая сумма месячной заработной платы каждого рабочего определяется суммированием его расчетной суммы с учетом КТУ и его сдельного приработка.

### ТЕМА 3.1. ИЗДЕРЖКИ И СЕБЕСТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗОК НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

#### Задача 1

Определить затраты на оплату труда водителей и величину единого социального налога. Численность водителей пассажирского АТП составляет 155 человек, в том числе водителей 1-го класса – 77 чел., 2-го класса – 78 чел. Автомобиле-часы в эксплуатации  $АЧ_э$  составляют 323298 ч; часовая тарифная ставка водителя 3-го класса  $c_{час} = 25$  руб./ч; районный поясной коэффициент  $k_n = 1,15$ . Премия  $ЗП_n$  составляет 30 % от суммы заработной платы по тарифу и надбавок за классность. Процент дополнительной заработной платы составляет 11,6 %.

#### *Методические указания*

Заработная плата по тарифу водителей автобусов

$ЗП_{тар} = (АЧ_э + АЧ_{п-з}) \cdot c_{час} \cdot k_n$ , где  $АЧ_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время, установлено в размере 0,043 ч на 1 ч работы. Размер надбавок  $ЗП_n$  принимается для водителей 1-го класса 25 %, 2-го класса – 10 % от часовой тарифной ставки водителя 3-го класса.

Отчисления на социальные нужды в виде единого социального налога – 30 %. Отчисления на социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний – 0,7 %

#### Задача 2

По данным таблицы определить затраты пассажирского АТП на горюче-смазочные материалы. Цена топлива – 11 руб./л, моторного масла – 100 руб./л, трансмиссионного – 90 руб./л, специального – 80 руб./л,

пластичных смазок – 70 руб./кг. Продолжительность зимнего периода – 5,5 месяцев. Расход топлива на работу в зимних условиях увеличивается на 12 %. Внутригаражный расход топлива – 0,5 % от расхода топлива в эксплуатацию и в зимнее время.

Марка подвижного состава	Норма расхода топлива, л/100км	Пробег автомобилей, км	Норма расхода смазочных материалов, л (кг) на 100 л общего расхода топлива			
			моторные	трансмиссионные	специальные	пластичные
ПАЗ-3205	34	1162800	2,1	0,3	0,1	0,25
ЛАЗ-695	44	479400	2,0	0,3	0,1	0,1
ЛиАЗ-5256	35,6	2086920	2,8	0,4	0,3	0,35
«Каросса»	28,8	510510	3,2	0,4	0,1	0,3

### Задача 3

Определить затраты ПАТП на техническое обслуживание и ремонт парка автомобилей. Трудоемкость работ по ТО и ТР ПАТП – 94890 чел. ч. Средняя часовая тарифная ставка ремонтного рабочего – 18 руб./ч, районный поправочный коэффициент – 1,15. Премии ремонтным рабочим – 30 % от заработной платы по тарифу. Доплаты за работу в вечернее и ночное время составляют 2 %. Процент дополнительной заработной платы составляет 13,6 %.

Марка автомобиля	Пробег автомобилей, км	Норма затрат на запасные части, руб./1000 км	Норма затрат на материалы, руб./1000 км
ГАЗ-322132	587520	600	400
ПАЗ-3205	1162800	700	400
ЛАЗ-695	479400	850	450
ЛиАЗ-5256	2086920	1100	850
«Каросса»	510510	1250	900

### Методические указания

Затраты на ТО и ТР слагаются из фонда оплаты труда ремонтных рабочих с отчислениями на социальное страхование, затрат на запасные части и материалы.

#### Задача 4

Определить затраты АТП на амортизацию подвижного состава и автомобильные шины. Стоимость шины – 2,5 тыс. руб. Норма амортизационных отчислений на полное восстановление – 15%.

Марка автомобиля	Количество единиц	Балансовая стоимость, тыс. руб.	Пробег автомобилей, км	Марка шины	Нормативный пробег шин, тыс. км	Число колес, шт.
ПАЗ-3205	36	450	1162800	240-508	82	6
ЛАЗ-695	10	500	479400	280-508	77	6
ЛиАЗ-5256	44	750	2086920	280-508	77	6
«Каросса»	11	920	510510	280-508R	88	10

#### Задача 5

Используя данные решений предыдущих задач, определить себестоимость 1 км пробега автобусов АТП. Накладные расходы принять в размере 150 % от основной заработной платы водителей.

#### Задача 6

Определить себестоимость капитального ремонта автомобиля ГАЗ-33212 на авторемонтном заводе, если норма расхода основных материалов на 1 капитальный ремонт – 14 тыс. руб., норма расхода запасных частей на 1 капитальный ремонт – 56 тыс. руб. Заработная плата персонала с отчислениями на социальные нужды – 2560 тыс. руб. в год, общепроизводственные расходы – 3800 тыс. руб. Годовая производственная программа авторемонтного завода – 200 капитальных ремонтов автомобиля ГАЗ-33212 в год.

#### Задача 7

Определить себестоимость 1ч технического обслуживания автомобилей марки ГАЗ-3307, если трудоемкость работ по ТО-1 34 тыс. чел. ч в год. Средняя часовая тарифная ставка ремонтных рабочих – 19 руб./ч; районный поясной коэффициент – 1,2. Премия составляет 40 % от

заработной платы, начисленной по тарифу, доплаты составляют 15 % от заработной платы, начисленной по тарифу. Коэффициент, учитывающий численность руководителей и специалистов, условно включаемых в состав бригады, – 1,1. Дополнительный фонд заработной платы составляет 10 % от основного. На балансе АТП 280 автомобилей ГАЗ-3307; среднегодовой пробег одного автомобиля – 79 тыс. км. Норма затрат на ремонтные материалы составляет 86 руб. на 1000 км пробега. Накладные расходы принять в объеме 110 % от фонда оплаты труда производственного персонала.

### **Задача 8**

Определить себестоимость 1ч технического обслуживания автомобилей марки ЗИЛ-130 на СТО. Количество обслуживаемых автомобилей за год – 2000 ед., среднегодовой пробег одного автомобиля – 22 тыс. км. Норма затрат на запасные части – 436,5 руб. на 1000 км пробега; норма затрат на материалы – 125,6 руб. на 1000 км пробега. Трудоемкость работ по текущему ремонту – 168 тыс. чел.-ч в год. Средняя часовая тарифная ставка ремонтных рабочих – 20,67 руб./ч. Надбавки ремонтным и вспомогательным рабочим составляют 2 % от заработной платы, начисленной по тарифу, размер премии – 30 % от суммы заработной платы, начисленной по тарифу, и надбавок. Дополнительный фонд заработной платы ремонтных и вспомогательных рабочих составляет 8 % от основного. Фонд заработной платы остального персонала – 2026,06 тыс. руб. в год. Годовая сумма амортизационных отчислений – 1484,79 тыс. руб. Прочие общепроизводственные затраты составляют 11591,25 тыс. руб.

### **Задача 9**

Определить снижение себестоимости эксплуатации подвижного состава за счет относительного сокращения расходов по статье «Автомобильное топливо» по АТП, если затраты на автомобильное топливо

в планируемом периоде – 937,9 тыс. руб., в предыдущем – 912,5 тыс. руб.; грузооборот в планируемом периоде – 93500 тыс. т-км, в предыдущем – 87380 тыс. т-км; общая сумма затрат на перевозки в базовом периоде – 5876,8 тыс. руб.

#### *Методические указания*

Снижение себестоимости эксплуатации подвижного состава за счет относительного сокращения расходов по отдельным статьям

$$\Delta S_i = \left( \frac{I_i}{I_p} - 1 \right) \cdot Y_i, \text{ где } I_i - \text{ индекс изменения затрат по } i\text{-й статье}$$

расходов;  $I_p$  – индекс изменения объема перевозок;  $Y_i$  – удельное содержание  $i$ -й статьи расходов в общих затратах на перевозки в базовом периоде, %.

#### **Задача 10**

Определить относительную экономию условно-постоянных расходов в планируемом периоде по сравнению с прошлым по ПАТП в связи с изменением объема перевозок. Темп прироста объема перевозок в планируемом периоде по сравнению с базовым – 6,8 %, сумма условно-постоянных расходов в базовом периоде – 3171 тыс. руб.

#### *Методические указания*

Экономия по доле косвенных расходов в себестоимости эксплуатации подвижного состава определяется через относительную экономию косвенных расходов

$$\mathcal{E}_{\text{косв}} = \frac{\Delta Q \cdot C_{\text{косв}}}{100},$$

где  $\Delta Q$  – темп прироста объема перевозок в планируемом периоде по сравнению с базовым, %;  $C_{\text{косв}}$  – сумма косвенных расходов в базовом периоде, руб.

#### **Задача 11**

Определить снижение себестоимости эксплуатации подвижного состава за счет относительного сокращения расходов по статье «Ремонтный фонд подвижного состава» по АТП, если затраты на ТО и ТР в планируемом периоде – 161,2 тыс. руб., в базовом – 156,5 тыс. руб.; грузооборот в планируемом периоде – 3580,5 тыс. т-км, в базовом – 3410,2 тыс. руб.; общая сумма затрат на эксплуатацию в базовом периоде – 1664,9 тыс. т-км.

## **ТЕМА 3.2. ФОРМИРОВАНИЕ ДОХОДОВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

### **Задача 1**

Определить доходы по грузовому АТП, если объем перевозок – 568 тыс. т; среднее расстояние перевозки грузов – 12,5 км; автомобиле-часы работы поврежденных автомобилей – 596 тыс. ч; цена 1 т-км транспортной работы – 7,2 руб.; 1 автомобиле-часа – 158 руб.; доходы за экспедиционные операции – 86,8 тыс. руб.; за погрузочно-разгрузочные работы – 58,9 тыс. руб.

### **Задача 2**

Определить прибыль автотранспортного предприятия, если сумма доходов составляет 1200 тыс. руб., а общая сумма расходов – 973,8 тыс. руб.

### **Задача 3**

Определить рентабельность АТП, если прибыль – 489,2 тыс. руб.; основные фонды – 1339,5 тыс. руб.; оборотные средства – 83,6 тыс. руб.

### **Задача 4**

Определить балансовую прибыль АТП, если грузооборот – 2650 тыс. т-км; цена 1 т-км – 6,29 руб.; себестоимость 1 т-км – 5,98 руб.; прибыль от

выполнения транспортно-экспедиционных, погрузочно-разгрузочных и других работ – 1,2 тыс. руб.

### **Задача 5**

Определить балансовую прибыль АТП и рентабельность, если доходы от эксплуатации транспортных средств – 1230 тыс. руб.; затраты на эксплуатацию – 710 тыс. руб.; прибыль от выполнения транспортно-экспедиционных, погрузочно-разгрузочных и других работ – 27 тыс. руб.; среднегодовая стоимость основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств – 2010 тыс. руб.

## **ТЕМА 3.1. РАЗВИТИЕ И РЕФОРМИРОВАНИЕ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

### **Задача 1**

Определить прирост производительности труда, объема производства и экономический эффект в результате улучшения условий труда ремонтных рабочих на участке ремонта двигателей, если доля фазы повышенной работоспособности в общем фонде рабочего времени смены до внедрения мероприятия  $P$  составляет 0,56 %, после внедрения  $P'$  – 0,69 %; производственная программа по ремонту двигателей  $N = 650$  ед.; стоимость капитального ремонта одного двигателя  $C = 10$  тыс. руб.; постоянные расходы  $Z_{ном}$  в себестоимости продукции – 1710 тыс. руб.; стоимость технологического оборудования  $C_o$  на участке – 2380 тыс. руб.

### ***Методические указания***

Прирост производительности труда за счет увеличения продолжительности фазы устойчивой работоспособности  $W = (P' - P) / (P + 1) \cdot 100$ . Прирост объема производства  $\Delta Q = N \cdot D \cdot W / 100$ . Экономия на постоянных расходах  $\mathcal{E}_{\text{пост}} = Z_{\text{пост}} \cdot W / 100$ . Экономия за счет улучшения использования оборудования  $\mathcal{E}_o = C_o \cdot W / 100$ . Общая экономия  $\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_{\text{пост}} + \mathcal{E}_o$ .

## Задача 2

Определить экономию трудовых затрат, прирост производительности труда, объема производства и экономию затрат по АТП в результате внедрения мероприятий по сокращению потерь рабочего времени ремонтными рабочими. Количество ремонтных рабочих на участке  $N_1 = 15$  чел., производственная программа  $T = 33120$  чел.ч; себестоимость продукции – 5400 тыс. руб.; постоянные расходы в составе себестоимости (%)  $Z_{\text{пост}} = 24\%$ ; годовой фонд рабочего времени одного рабочего  $D = 235$  дн.; стоимость оборудования на участке  $C_o = 980$  тыс. руб.; сокращение потерь рабочего времени на одного рабочего в смену  $t = 37$  мин.

### Методические указания

Сокращение потерь рабочего времени в процентах  $B_1 = t / 480 \cdot 100$ , где 480 – продолжительность смены в минутах. Относительная экономия численности в результате сокращения потерь рабочего времени  $\mathcal{E}_N = (B_1 - B) / (100 - B) \cdot N_1$ , где  $B$  – потери рабочего времени после внедрения мероприятия. Прирост производительности труда  $W = \frac{\mathcal{E}_N \cdot 100}{N_1 - \mathcal{E}_N}$ . Экономия рабочего времени  $\mathcal{E}_{p.v} = t \cdot D \cdot N_1 / 60$ . Прирост объема производства  $\Delta Q = \mathcal{E}_{p.v} / T \cdot 100$ . Экономия на постоянных расходах  $\mathcal{E}_{\text{пост}} = S \cdot Z_{\text{пост}} \cdot \Delta Q / 100$ . Экономия за счет улучшения использования оборудования  $\mathcal{E}_o = C_o \cdot \Delta Q / 100$ . Общая экономия  $\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_{\text{пост}} + \mathcal{E}_o$ .

## Задача 3

Определить экономию СТО на условно-постоянных расходах, если себестоимость обслуживания  $C_{mn} = 550$  тыс. руб.; доля условно-постоянных затрат  $\alpha_{yn} = 0,5$ ; годовой объем обслуживаний в базисном году  $Q_b = 50$  тыс. ед. В плановом периоде вследствие внедрения плана организационно-технических мероприятий предусматривается обеспечить дополнительный объем обслуживаний за счет роста производительности труда  $Q_{nm} = 2$  тыс. ед., улучшения использования основных производственных фондов  $Q_{onф} = 3$  тыс. ед. Прирост условно-постоянных расходов по плану  $\Delta Z_{yn} = 8,5$  тыс. руб.

#### **Методические указания**

Экономия на условно-постоянных расходах достигается тогда, когда темпы роста объема обслуживаний значительно опережают темпы роста условно-постоянных расходов. Экономия рассчитывается в такой последовательности. Определяется удельная величина условно-постоянных расходов, приходящихся на единицу продукции:  $Z'_{yn} = (C_{mn} \cdot \alpha_{yn}) / Q_b$ . Устанавливается экономия по каждому из запланированных мероприятий как произведение удельной величины условно-постоянных расходов на прирост объема обслуживаний по соответствующему мероприятию:  $\mathcal{E}_{nm} = Z'_{yn} \cdot Q_{nm}$ ;  $\mathcal{E}_{onф} = Z'_{yn} \cdot Q_{onф}$ .

Общая экономия по всем плановым мероприятиям:  $\mathcal{E}_{общ} = \mathcal{E}_{nm} + \mathcal{E}_{onф}$ . В случае роста условно-постоянных расходов по сравнению с базисным периодом экономия представляет разницу между общей экономией и приростом условно-постоянных расходов  $\Delta Z_{yn}$ :  $\mathcal{E}'_{общ} = \mathcal{E}_{общ} - \Delta Z_{yn}$ .

#### **Задача 4**

Определить экономию на условно-постоянных расходах  $\mathcal{E}_{yn}$  в результате увеличения объема оказываемых услуг АТП, если себестоимость услуг в базисном году  $C_b = 250$  тыс. руб.; удельный вес условно-постоянных расходов  $\alpha_b = 8\%$ ; темпы прироста объема оказываемых услуг в планируемом году по сравнению с базисным  $t_p АТП = 15\%$ ; темпы прироста условно-

постоянных расходов в связи с ростом объема оказываемых услуг  $t_p Z_{yn} = 1,2\%$ .

### **Методические указания**

Величина условно-постоянных расходов в базисном году  $Z_{yб} = C_b \cdot \alpha_b / 100$ . Расчетная величина условно-постоянных расходов на новый объем при неизменной доле условно-постоянных расходов  $Z_{yn} = Z_{yб} \cdot (1 + t_p ПП / 100)$ . Планируемая величина прироста условно-постоянных расходов  $Z_{yn}' = Z_{yб} \cdot t_p Z_{yn} / 100$ . Экономия на условно-постоянных расходах  $\mathcal{E}_{yn} = Z_{yn} - (Z_{yб} + Z_{yn}')$ .

### **Задача 5**

Определить снижение себестоимости услуг АТП за счет используемых источников по индексному методу, если в отчетном периоде по сравнению с плановым норма расхода материалов  $\alpha_{mp}$  снизилась на 5 % при неизменной цене. Рост объема производства составил 10 %; производительность труда возросла на 7 %, средняя заработная плата – на 3,5 %, а расходы по управлению и обслуживанию производства – на 3 %. Доля материальных затрат в себестоимости услуг – 0,6; заработная плата с отчислениями – 20 %; расходы по управлению – 12 %.

### **Методические указания**

Метод расчета экономии на основе индексных оценок предусматривает выделение основных источников: снижение материальных затрат ( $MZ_{nl} > MZ_{отч}$ ), опережающий рост производительности труда по сравнению с темпами роста заработной платы, т. е.  $t_p ПП > t_p ЗП$ , сокращение затрат по управлению производством и его обслуживанию ( $ЗУ_{nl} > ЗУ_{отч}$ ).

Исходной информацией для решения задачи служат материалы анализа затрат в плановом и отчетном периодах.

На первом этапе определяются индексы изменения отдельных технико-экономических показателей и элементов затрат: индекс материальных ресурсов  $I_{mp} = (1 - \alpha_{mp})$ ; индекс цены  $I_{ц} = 1 \pm Ц$ ; индекс производительности труда  $I_{нт} = 1 \pm t_p ПП$ ; индекс заработной платы  $I_{зн} = 1 \pm t_p ЗП$ ; индекс затрат

по управлению и обслуживанию  $I_{yo} = 1 \pm t_p Z_{yo}$ ; индекс объема производства  $I_o = 1 \pm t_p TП$ , где  $\alpha_{мз}$  – доля снижения материальных затрат;  $t_p TП$ ,  $t_p ЗП$ ,  $t_p Z_{yo}$ ,  $t_p TП$  – изменение (рост или снижение) соответственно производительности труда, заработной платы, затрат на управление и обслуживание, объема производства.

Экономия от снижения себестоимости:

а) на материальных ресурсах  $\mathcal{E}_{mp} = (1 - I_{mp} \cdot I_u) \cdot \beta_{mp}$ ;

б) на заработной плате  $\mathcal{E}_{zn} = \left(1 - \frac{I_{zn}}{I_{nm}}\right) \cdot \beta_{zn}$  ;

в) на управлении и обслуживании  $\mathcal{E}_{yo} = \left(1 - \frac{I_y}{I_o}\right) \cdot \beta_{yo}$  ,

где  $\beta_{mp}$  ,  $\beta_{zn}$  ,  $\beta_{yo}$  – доля затрат в себестоимости по материальным ресурсам, заработной плате, управлению и организации производства. Общая экономия от снижения себестоимости  $\mathcal{E}_{общ} = \mathcal{E}_{mp} + \mathcal{E}_{zn} + \mathcal{E}_{yo}$ .

## ТЕМА 3.2. ОСНОВЫ ВНУТРИФИРМЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА АТП

### Задача 1

Определить экономию АТП на амортизационных отчислениях двумя методами, если стоимость основных производственных фондов – 10 тыс. руб.; норма амортизации – 10 %; годовой объем производства  $Q_c = 20$  тыс. ед.;  $Q_n = 25$  тыс. ед.

#### *Методические указания*

**Первый метод.** Определяется величина годовых амортизационных отчислений:  $A_z = Ц_{об} \cdot N_a$ , где  $Ц_{об}$  – балансовая стоимость оборудования;  $N_a$  – норма амортизации.

Экономия на амортизационных отчислениях есть произведение удельных амортизационных отчислений ( $A_{y\partial} = A_z / Q_{nl}$ , где  $Q_{nl}$  – годовой

объем услуг в плановом периоде) на прирост годового объема, т. е. на разницу между фактической и плановой величиной  $\mathcal{E}_a = A_{y\partial} \cdot (Q_{\text{факт}} - Q_{\text{пл}})$ .

**Второй метод.** Экономия определяется по формуле

$$\mathcal{E} = [Ц_{об} \cdot N_a \cdot (Q_{\text{факт}} - Q_{\text{пл}})] / Q_{\text{пл}}.$$

### **Задача 2**

Определить экономию трудовых затрат и темп роста производительности труда работников АТП за счет внедрения комплексных бригад при перевозке строительных грузов в планируемом году по сравнению с отчетным годом, если объем доходов от внедрения данного мероприятия увеличивается на 6 %, трудоемкость работ снижается на 5 %, численность работающих в АТП в отчетном году – 906 чел., из них водителей, непосредственно занятых в данном мероприятии, – 22 чел.

#### **Методические указания**

Относительная экономия затрат труда за счет факторов технического перевооружения и улучшения организации процессов:

$$\mathcal{E}'_{\text{тр}} = N_{\bar{o}} \cdot I_{\partial} \cdot \frac{Y_N}{100} \cdot \frac{T_{\text{сн}}}{100}, \text{ где } N_{\bar{o}} - \text{численность персонала в базовом}$$

периоде, чел.;  $I_{\partial}$  – индекс изменения суммы доходов;  $Y_N$  – удельное содержание численности персонала, участвующего в данном мероприятии, %;  $T_{\text{сн}}$  – снижение трудоемкости работ в результате внедрения данного мероприятия, %.

$$\text{Рост производительности труда } W_{\text{рост}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{тр}}}{N_{\bar{o}} \cdot I_{\partial} - \mathcal{E}_{\text{тр}}} \cdot 100.$$

### **Задача 3**

Определить экономию трудовых затрат и темп роста производительности труда работников АТП за счет внедрения механизации работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, позволяющей снизить трудоемкость этих работ на 14 %. Численность работающих – 980

чел., в том числе рабочих, непосредственно занятых на ТО и ТР, – 16 %; увеличение доходов от внедрения комплексной механизации – 5 %.

#### **Задача 4**

Определить экономию трудовых затрат и темп роста производительности труда работников АТП за счет сокращения внутрисменных потерь рабочего времени водителей и ремонтных рабочих, если количество работающих в базовом периоде 856 чел., в том числе рабочих – 85 %; увеличение доходов планируется на 4 %; внутрисменные простои составят 3,2 % от явочного фонда рабочего времени базового периода, их планируется снизить на 2,1 %.

#### **Методические указания**

Относительная экономия затрат труда за счет факторов улучшения организации труда  $\mathcal{E}_{mp}'' = \left( \frac{t_{nl} - t_{\phi}}{100 - t_{nl}} \cdot \frac{Y_N}{100} \right) \cdot N_{\delta} \cdot I_{\delta} - \mathcal{E}_N$ , где  $t_{nl}$ ,  $t_{\phi}$  – планируемые и фактические потери рабочего времени, %;  $\mathcal{E}_N$  – экономия численности рабочих за счет предыдущих факторов, чел.

#### **Задача 5**

Определить экономию трудовых затрат и темп роста производительности труда работников АТП за счет сокращения потерь рабочего времени, происходящих по различным причинам, включая выходные и праздничные дни. Количество работающих в базовом периоде – 978 чел., в том числе рабочих – 91 %; валовые доходы – 4768 тыс. руб.; увеличение доходов планируется на 2,6 %; неявки рабочих на работу по различным причинам, включая выходные и праздничные дни, – 39,8% от календарного фонда рабочего времени, снижение неявок планируется на 1,9 %.

## **ТЕМА 4.3. УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗКАМИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

### **1. Транспортный коридор – это:**

а) часть транспортной системы, включающая в себя подвижной состав и транспортную инфраструктуру всех видов транспорта;

б) транспортная магистраль, предназначенная для прямых смешанных перевозок;

в) часть транспортно-технологической системы, с помощью которой осуществляется лихтерные и пакетные перевозки.

### **2. Общими функциями управления являются:**

а) наказания и поощрения;

б) стимулирование, изучение;

в) контроль, регулирование, планирование.

### **3. Какими параметрами характеризуется транспортный поток?**

а) грузооборотом, количеством оборотов;

б) расстоянием, количеством автомобилей, временем перемещения;

в) объемом перевозок, расстоянием, временем перемещения.

**4. Эффективность выбранной технологии перевозок оценивается показателями:**

а) коэффициентом технической готовности, коэффициентом выпуска;

б) себестоимостью, производительностью подвижного состава, качеством перевозок;

в) классом груза, наполняемостью автомобиля.

**5. В технологическом процессе перевозки груза оформление путевой документации осуществляет:**

а) грузоотправитель;

б) перевозчик;

в) грузополучатель.

**6. Технологическая схема процесса перевозки груза состоит из этапов:**

а) подготовка груза к перевозке, погрузка, транспортировка, ожидание груза, разгрузка;

б) подготовка груза к перевозке, погрузка, транспортировка, складирование груза, подготовка подвижного состава к подаче;

в) подготовка груза к перевозке, погрузка, транспортировка, разгрузка, простой автомобиля перед подачей на погрузку;

г) паллетирование груза, напольное штабелирование, хранение.

**7. Транспортная характеристика груза определяет:**

а) режимы перевозки, перегрузки и хранения, а также требования к техническим средствам выполнения этих операций;

б) тип транспортного средства, оптимальные маршруты движения, минимальную себестоимость перевозки единицы груза;

в) объем транспортной и перегрузочной работы, затраты на хранение грузов и стоимость оборудования.

**8. Диспетчерская группа в службе эксплуатации выполняет следующие функции:**

а) контроль технического состояния автомобилей;

б) выпуск и оперативное руководство подвижным составом;

в) обеспечение безопасности движения на линии.

**9. Технологический процесс перевозки грузов состоит из следующих этапов:**

а) погрузки, разгрузки;

б) транспортирования, планирования, перемещения;

в) всех вышеперечисленных.

**10. При организации перевозочного процесса необходимо знать:**

а) расстояние перевозок и объем выполняемой транспортной работы, и потребное число транспортных единиц;

б) законы распределения входящих потоков, транспортных средств и их числовые характеристики;

в) объем перевозок на единицу валовой продукции в стоимостном выражении, объем предстоящих перевозок по конкретным грузам.

**11. В технологическом процессе перевозки груза контроль на линии за работой подвижного состава ведет:**

а) грузоотправитель;

б) перевозчик;

в) грузополучатель.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для практических занятий по дисциплине «Гидравлика»

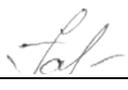
Рязань 2023 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) – 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного 07 августа 2020 г. № 911

(дата утверждения ФГОС ВПО)

Разработчик доцент, кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика»  
(должность, кафедра)

  
\_\_\_\_\_ О.П. Гаврилина  
(подпись)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 22 » \_\_\_\_\_ марта \_\_\_\_\_ 2023 г.  
Протокол № 8

Заведующий кафедрой «Строительство инженерных сооружений и механика» (СИСиМ)  
(кафедра)

  
\_\_\_\_\_ С.Н. Борычев  
(подпись)

Методическое указание одобрено учебно-методической комиссией автодорожного факультета

« 22 » \_\_\_\_\_ марта \_\_\_\_\_ 2023г.,      протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов

  
\_\_\_\_\_ О.А. Тетерина  
(подпись)

Рецензент: д.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_ И.Б. Тришкин

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ (СИ)</b>		4
<b>1.</b>	<b>ГИДРОСТАТИКА</b>	5
1.1	Давление в покоящейся жидкости	5
1.2	Относительный покой (равновесие) жидкости	6
1.3	гидростатического давления жидкости на горизонтальную плоскую поверхность	7
1.4	Сила давления жидкости на криволинейные поверхности	10
1.5	Простейшие гидравлические машины	12
1.6	Плавание тел и их остойчивость	13
1.7	Указания к решению задач по гидростатике	14
<b>2.</b>	<b>ОСНОВЫ ГИДРОДИНАМИКИ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ</b>	15
2.1	Гидравлические элементы потока	15
2.2	Уравнение Д. Бернулли. Определение потерь удельной энергии в потоке	16
2.3	Гидравлический расчет коротких трубопроводов	21
2.4	Истечение из отверстий и насадков при постоянном напоре	22
2.5	Истечение из отверстий и насадков при переменном напоре	24
2.6	Указания к решению задач по гидродинамике	25
<b>3</b>	<b>ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДЛИННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ</b>	26
3.1	Расчет простых длинных трубопроводов	26
3.2	Расчет экономически наиболее выгодного диаметра трубопровода	30
3.3	Гидравлический расчет длинных трубопроводов при последовательном и параллельном соединении труб	32
3.4	Расчет распределительных водопроводных сетей	34
Литература		39

## МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ (СИ).

1 января 1963 г. Государственным стандартом 9867-61 в нашей стране введена как предпочтительная международная система единиц измерения (сокращенное обозначения в русском написании СИ, в латинском SI). В стандарт включены 6 основных, 2 дополнительных и 27 важнейших производных единиц СИ.

В гидравлических расчётах из шести основных единиц измерения, перечисленных в ГОСТ 9867-61, используются три, а именно:

Длина – единица измерения метр (м);

Масса – единица измерения килограмм (кг);

Время – единица измерения секунда (с).

Из дополнительных единиц измерения в гидравлических расчётах употребляется для измерения углов радиан (рад). Из числа производных единиц в гидравлических расчётах используются следующие:

№№ п/п	Наименование	Единица измерения
1	Площадь	1 м <sup>2</sup>
2	Объём	1 м <sup>3</sup>
3	Скорость	1 м/с
4	Ускорение	1 м/с <sup>2</sup>
5	Угловая скорость	1 рад/с
6	Сила	1 Н (ньютон)
7	Давление, напряжение	1 н/м <sup>2</sup>
8	Модуль упругости, модуль объёмного сжатия	1 кг/м <sup>2</sup>
9	Плотность	1 кг/м <sup>3</sup>
10	Удельный вес (объемный вес)	1 н/м <sup>3</sup>
11	Динамическая вязкость	1 н·с/м <sup>2</sup>
12	Кинетическая вязкость	1 м <sup>2</sup> /с
13	Работа, энергия	1 Дж (1 Джоуль = 1 н·1 м)
14	Мощность	1 Вт (1 Ватт = 1 Дж/с)

## 1.ГИДРОСТАТИКА

### 1.1 Давление в покоящейся жидкости

Гидростатическим давлением в данной точке покоящейся жидкости называется напряжение сжатия в ней, равное:

$$P = \lim_{\Delta\omega \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta\omega} \quad (1-1)$$

где:  $\Delta\omega$  – элементарная площадка, содержащая данную точку;

$\Delta P$  – нормальная сжимающая сила, действующая на эту площадку.

Гидростатическое давление (ГСД) в точке всегда направлено по внутренней нормали, по всем направлениям одинаково по своей величине и зависит от положения точки в покоящейся жидкости.

Единицей измерения ГСД в СИ является Паскаль (Па): Формула единицы измерения Па.

Для измерения давления используют ещё техническую атмосферу: Вывод единицы 1 ат.

При решении большинства задач, связанных с определением ГСД, в покоящейся жидкости используется основное уравнение гидростатики: Формула (1-2)

где:  $\rho$  – плотность жидкости;

$Z$  – геометрическая высота, т.е. расстояние от произвольной горизонтальной плоскости сравнения до рассматриваемой точки покоящейся жидкости;

$P$  – ГСД в этой точке.

Гидростатическое давление в точке определяется по формуле: Формула (1-3).

где:  $P_0$  – внешнее давление на свободной поверхности;

$h$  – глубина погружения точки;

$\rho gh$  – вес столба жидкости высотой  $h$  с площадью поперечного сечения равен единице;

$\gamma$  – удельный вес жидкости.

Размерность гидростатического давления:

$$[P] = \text{н/м}^2 \text{ (ньютон на квадратный метр).}$$

Соответственно удельный вес имеет размерность:

$$[\gamma] = [\rho g] = \text{н/м}^3 \text{ (ньютон на кубический метр).}$$

Удельный вес обыкновенной чистой воды отличается от удельного веса дистиллированной воды при 4°C и в расчётах может приниматься:

$$\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3 = 9,81 \cdot 10^3 \text{ н/м}^3 = 9810 \text{ н/м}^3$$

Для других жидкостей, наиболее часто встречающихся в расчётах плотность  $\rho$  равна:

ртуть – 13600 кг/м<sup>3</sup>;

бензин – 750 кг/м<sup>3</sup>;

нефть – 900 кг/м<sup>3</sup>;

глицерин – 1250 кг/м<sup>3</sup>.

Гидростатическое давление может быть условно выражено высотой столба жидкости  $P/\gamma$ .

В целом давление на открытой поверхности (в открытом резервуаре, в водоёме, в канале и др.) часто равно атмосферному, т.е.  $P_0 = P_{ат}$ .

Величина давления  $P_{ат} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 98100 \text{ н/м}^2$  называется технической атмосферой.

Давление, равное одной технической атмосфере, эквивалентно давлению столба воды высотой 10 м, т.е. Вывод давления одной техн. атмосферы.

Гидростатическое давление, определяемое по формуле (1-3) называется полным или абсолютным давлением.

Избыток абсолютного давления над атмосферным называется избыточным или манометрическим давлением  $P_{ман}$ : Формула (1-4)

Недостаток абсолютного давления до атмосферного называется вакуумметрическим давлением: Формула (1-5)

Отношение манометрического давления к  $\rho g = \gamma$  называется пьезометрической высотой, а вакуума к  $\rho g$  – вакуумметрической высотой: Формулы (1-6) и (1-7).

Сумма членов (полный гидростатический напор и гидростатический напор без учёта атмосферного давления)

Графическое изображение величины и направления гидростатического давления, действующего на любую точку поверхности, называют эпюрой гидростатического давления.

## ***1.2 Относительный покой (равновесие) жидкости***

Здесь рассматриваются случаи относительного покоя жидкости, находящейся в сосуде, при движении в горизонтальном и вертикальном направлениях, с постоянным ускорением  $\pm a$  и вращающемся цилиндрическом сосуде вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью  $\omega_0$ .

Уравнения свободной поверхности при  $P = P_{ат}$  и начале координат, (как показано на рис. 1-1, ) соответственно имеет следующий вид:

$$Z_{CB} - Z_0 = h' = -\frac{a}{gx}; \quad (I-8)$$

$$Z_{CB} - Z_0 = h' = 0; \quad (I-9)$$

$$Z_{CB} - Z_0 = h' = \frac{\omega_0^2 \cdot r}{2g}; \quad (I-10).$$

где:  $Z_{CB}$  – текущая координата свободной поверхности жидкости в сосуде;

$Z_0$  – начальная глубина жидкости в сосуде для первых двух случаев или координатная параболоида вращения;

$h'$  – высота параболоида вращения.

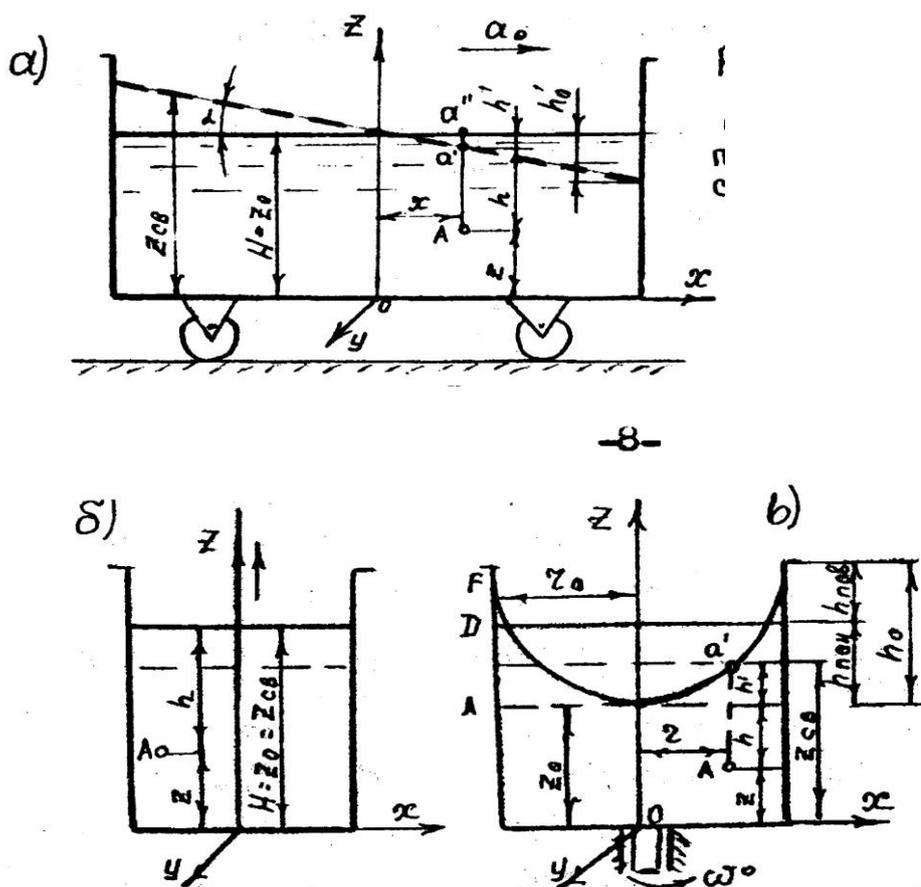


Рисунок 1-1 (а,б,в)

Свободная поверхность жидкости для указанных выше случаев представляет собой соответственно наклонную к оси  $x$  под углом  $\alpha = \arctg a/g$  и горизонтальную плоскости, а также параболоид вращения. Для случая вращения жидкости в цилиндрическом сосуде из равенства объёмов следует, что  $W_{ABCD} = W_{ABEF} = W_{EBCD}$ , откуда легко выражается зависимость:

$$h_{пов} = h_{пон} = 0,5h'_0, \quad (I-11)$$

где:  $h'_0$  - высота параболоиды вращения, соответствующая радиусу сосуда  $r_0$ .

Для первого и третьего случаев (см. рис. 1-1а,в) давление в точке рассматриваемого объёма жидкости определяется по уравнению (1-3), т.е. распределяется по гидростатическому закону, а глубину погружения точки под свободную поверхность жидкости рекомендуется определять по зависимости:

$$h = Z_0 - Z \pm h', \quad (I-12).$$

Для случаев вращения жидкости в цилиндрическом сосуде величина  $h'$  принимается всегда с положительным знаком. При вертикальном перемещении сосуда с жидкостью с постоянным ускорением  $\pm a$  давление в точке рассматриваемого объёма определяется по уравнению:

$$P = P_0 + \rho(g \pm a)h, \quad (I-13)$$

где знак вертикального ускорения зависит от его направления.

### 1.3. Сила гидростатического давления жидкости на горизонтальную плоскую поверхность.

Сила давления жидкости на горизонтальную поверхность определяется по формуле:

$$P_{полн} = (P_0 + \gamma h)\omega, \quad (I-14)$$

где:  $P_{\text{полн}}$  – сила давления с учётом внешнего давления;

$h$  – глубина данной горизонтальной поверхности;

$\omega$  – площадь горизонтальной поверхности, на которую действует давление.

Сила манометрического давления при условии, что внешнее давление в уравнении (1-14) равно атмосферному  $P_0 = P_{\text{ат}}$ , определяется по уравнению

$$P = \gamma h \omega. \quad (\text{I-15})$$

#### 4. Сила гидростатического давления и центр давления на плоские произвольно ориентированные стенки.

Сила давления жидкости на горизонтальную поверхность равна:

$$P_{\text{полн}} = (P_0 + \rho g h) \omega, \quad (\text{I-16})$$

Сила избыточного, т.е. манометрического давления, при условии, что  $P_0 = P_{\text{ат}}$ , определяется по уравнению

$$P = \rho g h \omega.$$

Центр давления проходит через центр тяжести эпюры давления, которая в рассматриваемом случае будет иметь вид прямоугольника или иначе говоря будет находиться в центре тяжести горизонтальной поверхности, испытывающей давление жидкости.

#### 5. Сила и центр давления на плоские поверхности произвольно ориентированные.

Сила и центр давления на плоские стенки могут быть вычислены аналитическим и графоаналитическим способом.

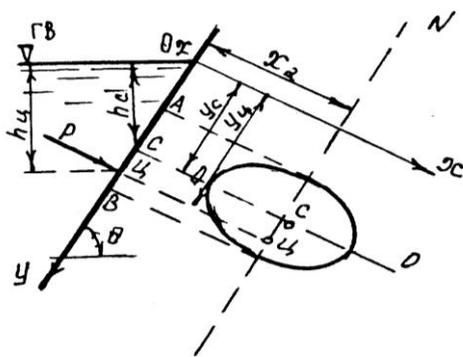
I. Аналитический способ. Полная сила давления на плоскую поверхность ABCD (рис. 1-2 из лекций), произвольно ориентированную вычисляется по формуле:

$$P = (P_0 + \rho g h_{\text{ц}}) \omega, \quad (\text{I-17})$$

где:  $\omega$  – площадь смоченной части поверхности;

$h_{\text{ц}}$  – глубина погружения центра тяжести смоченной площади;

$\rho g = \gamma$  – удельный вес жидкости.



Сила манометрического (избыточного) давления при  $P_0 = P_{\text{ат}}$  находится по формуле:

$$P = \rho g h_{\text{ц}} \cdot \omega, \quad (\text{I-18})$$

Центр давления (точка приложения равнодействующих сил манометрического давления) на плоскую поверхность ABCD симметричной относительно оси AC (рис. 1-2) определяется по формуле:

$$Y_{\text{ц}} = \frac{J}{\omega Y_C}, \quad (\text{I-19})$$

или по формуле:

$$Y_{\text{ц}} = Y_C + \frac{J_0}{\omega Y_C}, \quad (\text{I-20})$$

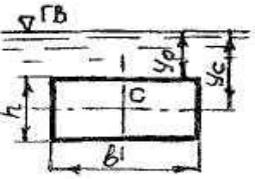
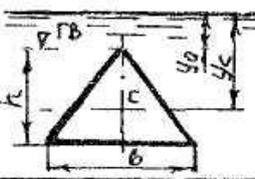
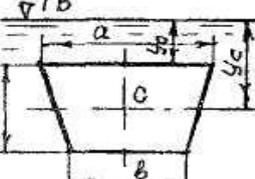
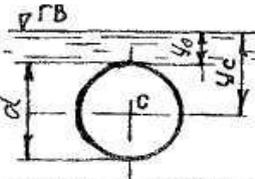
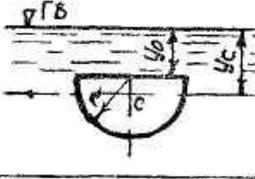
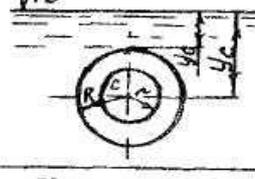
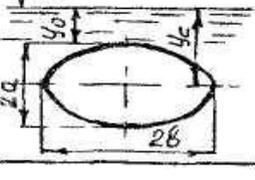
Как видно из формулы (1-20), центр давления расположен всегда ниже центра тяжести на величину  $L$ .

Для облегчения расчётов в таблице 1 приведены значения моментов инерции  $J_0$  (относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести С), координаты центра тяжести  $Y_c$ , центра давления  $Y_{ц} = Y_c + e$  и площади  $\omega$  наиболее распространённых плоских фигур.

При угле наклона стенки к горизонту  $\Theta = 90^\circ$ ,  $Y_c = h_c$  и  $Y_{ц} = h_{ц}$ . В таблице 1 формулы для определения  $J_0$ ,  $Y_c$ ,  $\omega$ ,  $e$  приведены для вертикальных стенок ( $\Theta = 90^\circ$ ).

#### Таблица I.1

Моменты инерции  $J_0$  (относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести С), координаты центра тяжести  $Y_c$ , центра давления  $Y_{ц} = Y_c + e$  и площади  $\omega$  нескольких плоских фигур

Вид фигуры, обозначения	$J_0$	$y_c$	$\omega$	$e$ при $y_0=0$
	$\frac{bh^3}{12}$	$y_0 + \frac{h}{2}$	$bh$	$\frac{h}{6}$
	$\frac{bh^3}{36}$	$y_0 + \frac{2}{3}h$	$\frac{bh}{2}$	$\frac{h}{12}$
	$\frac{h^3(a^2+4ab+b^2)}{36(a+b)}$	$y_0 + \frac{h(a+b)}{3(a+b)}$	$\frac{h(a+b)}{2}$	$\frac{h}{6} \times \frac{a^2+4ab+b^2}{(a+b)(a+2b)}$
	$\frac{J_0 d^4}{64}$	$y_0 + \frac{d}{2}$	$\frac{J_0 d^2}{4}$	$\frac{d}{8}$
	$\frac{9J_0^2 - 64r^4}{72J_0} r^4$	$y_0 + \frac{4r}{3J_0}$	$\frac{J_0 r^2}{2}$	$\frac{1}{6} r$
	$\frac{J_0(R^4 - r^4)}{4}$	$y_0 + R$	$J_0(R^2 - r^2)$	$\frac{R^2 + r^2}{4R}$
	$\frac{J_0 a b}{4}$	$y_0 + a$	$J_0 a b$	$\frac{a}{4}$

II. Графоаналитический способ. Для определения силы давления на плоскую стенку этим способом надо построить эпюру гидростатического давления. Сила давления будет равна площади эпюры  $F$ , умноженной на ширину стенки  $b$ :

$$P = F \cdot b, \quad (I-21).$$

Формула (1-21) справедлива для стенок, у которых ширина их не изменяется ( $b = \text{const}$ ) с изменением глубины  $h$ . Если формулу (1-21) подставить вместо  $F$  (площадь эпюры полного гидростатического давления), то получим полную силу  $P_{\text{полн}}$ . Для нахождения центра давления нужно определить центр тяжести эпюры, из полученного центра провести линию, перпендикулярную к рассматриваемой поверхности до пересечения с ней и измерить расстояние от этой точки до свободной поверхности, что и даст расстояние от центра давления, т.е. координату центра давления. Разница результатов расчетов аналитическим и графоаналитическим способами не должна превышать более 5%.

При устройстве больших резервуаров, затворов, с целью уменьшения материалоемкости, увеличения жесткости, устраивают ригеля (горизонтальные балки) или фермы. Расположение их определяется гидравлическим расчётом из условия равной нагруженности.

Распределение ригелей из равенства давления приходящегося на каждый ригель (рис. 1-3)

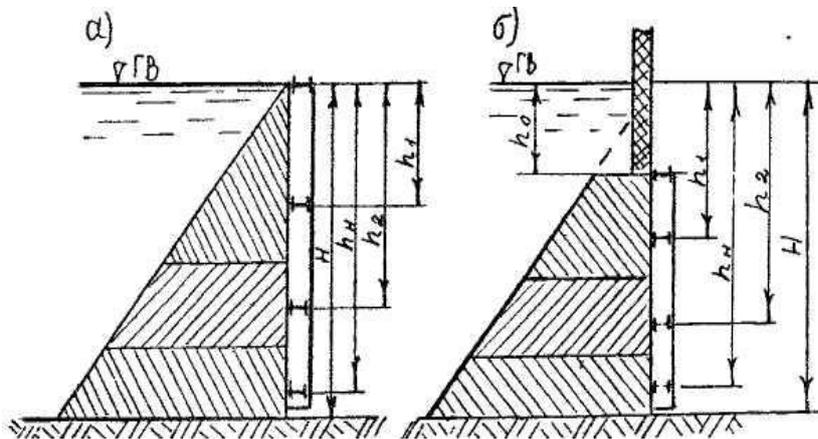


Рисунок I-3. Эпюра давления.

К размещению ригелей в плоских щитах:

- а) верх щита совпадает со свободной поверхностью;
- б) верх щита находится на глубине  $h_0$  от свободной поверхности

определяется по формуле:

$$\frac{h_i}{H} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{n+m}} \left[ (i+m)^{1.5} - (i+m-1)^{1.5} \right], \quad (I-22)$$

где:  $\frac{n}{m} = \left( \frac{H}{h_0} \right)^2 - 1$ ;  $n$  – число ригелей;

$i$  – порядковый номер;

$h_0$  – расстояние первого ригеля от уровня воды.

### 1.4 Сила давления жидкости на криволинейные поверхности

В изучаемом курсе гидравлики рассматриваются криволинейные поверхности, которые имеют один центр кривизны (цилиндрические и сферические), т.к. только для таких поверхностей элементарные силы давления имеют одну точку пересечения и согласно законам механики твёрдого тела могут быть приведены к одной результирующей силе, величина которой и точка её

приложения (центр давления) могут быть определены аналитическими и графоаналитическими способами.

- I. Аналитический способ. Результирующая сила гидростатического давления на криволинейную поверхность определяют по формуле

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}, \quad (I-23).$$

В случае цилиндрической криволинейной поверхности

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}, \quad (I-24)$$

Горизонтальная составляющая  $P_x$  по направлению оси OX (рис. 1-4).

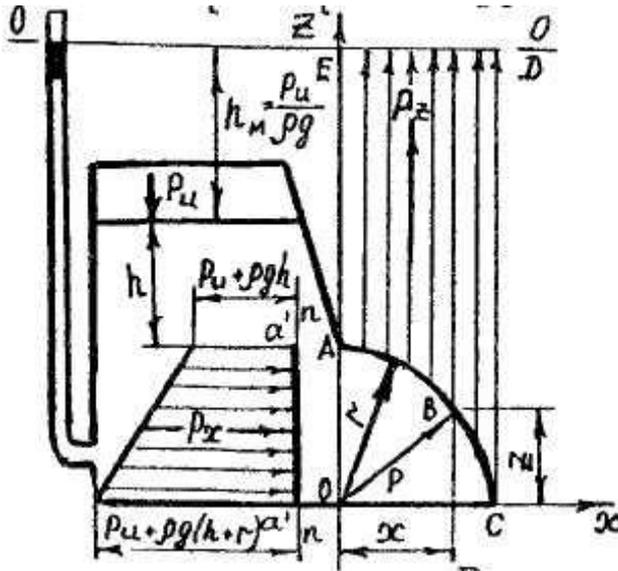


Рис. I-4. К расчету силы давления на криволинейную поверхность

$$P_x = \rho g h_{M(ЦТ)}' \cdot \omega_z, \quad (I-25)$$

Рисунок 1-4.

Вертикальная составляющая  $P_z$  силы давления  $P$  по направлению оси OZ.

$$P_z = \rho g W, \quad (I-26).$$

Для цилиндрических поверхностей поверхностный объём тела давления:

$$W = \Omega_{m.д.} \cdot b, \quad (I-27)$$

$$\Omega_{m.д.} = \Omega_{ABCDE};$$

Для сферических поверхностей объём тела давления равен объёму или части объёма сферы (в зависимости от степени заполнения сферы, т.е. уровня жидкости, создающего давление).

Направление результирующей силы давления на цилиндрическую криволинейную поверхность определяется по формулам:

$$\cos(\widehat{POx}) = \frac{P_x}{P}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos(\widehat{POz}) = \frac{P_z}{P} \end{aligned} \right\} \quad (I-28)$$

а координаты центра давления соответственно равны:

$$X = r \cdot \cos(\widehat{POx})$$

$$\left. \begin{aligned} Z = r \cdot \cos(\widehat{POz}) \end{aligned} \right\} \quad (I-29)$$

Рассматривая силу давления на цилиндрическую поверхность с вертикальной образующей, легко получить так называемую «котельную» формулу (Мариотта), которая устанавливает связь между диаметром трубы  $d$  и её толщиной  $\delta$  стенок, давлением  $P$  в трубопроводе и напряжением  $\sigma$  в её стенках:  $\sigma = \frac{Pd}{2\delta}$ , (1-30).

II. Графоаналитический способ. Для определения результирующей силы давления жидкости на криволинейную поверхность необходимо построить эпюру манометрического давления горизонтальной составляющей силы давления и тела давления (см. рис. 1-4). Эпюра манометрического давления горизонтальной составляющей строится аналогично, как на плоскую поверхность, а правило построения поперечного сечения тела давления следует из определения объёма тела давления. Составляющая  $P_x$  результирующей силы  $P$  определяется как объём эпюры манометрического давления, а  $P_z$  – по формуле (1-26). При построении эпюр давления следует принимать одинаковые масштабы по осям координат. Масштаб давлений следует выбирать таким образом, чтобы отрезок на эпюре, выражающий давление в точке, был в случае однородной жидкости по величине равен высоте столба жидкости над точкой и выражался в линейном масштабе. Например, если линейный масштаб 1:100, т.е. 1 см соответствует 100 см или 1 м, то масштаб равен 1 см – 1 ргк Па; при масштабе 1:50 соответственно будет иметь масштаб давлений 1 см – 0,5 ргк Па и т.д.

Для нахождения точки приложения результирующей силы давления определяются центры тяжести эпюр манометрического давления горизонтальной составляющей и тела давления, т.е. эпюра вертикальной составляющей. Результирующая сила  $P$  проходит через точку пересечения составляющих  $P_x$  и  $P_z$  и через центр кривизны криволинейной поверхности, точка пересечения которой с криволинейной поверхностью является центром давления. Начало координат рекомендуется принимать в центре кривизны (см. рис. 1-4).

### ***1.5 Простейшие гидравлические машины***

В этом разделе рассматриваются задачи основанные на способности жидкости передавать изменение внешнего давления во все точки занятого ею пространства (закон Паскаля). На использовании этого свойства основан принцип действия многих гидравлических машин. В практике находят широкое применение такие простейшие гидравлические машины, как гидравлические домкраты, подъёмники, гидравлические прессы, мультипликаторы (повысители давления), гидравлические аккумуляторы и другие.

При расчёте простейших гидравлических машин используются закон равновесия жидкости, давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности, закон механики твёрдого тела.

## 1.6 Плавание тел и их остойчивость

На тело погруженное в покоящуюся жидкость, действует выталкивающая сила, называемая архимедовой силой  $P$ ; она направлена вверх и равна весу вытесненной телом жидкости и проходит через центр тяжести объёма погруженной части тела  $W$ , называемой водоизмещением.

Условие плавания тела выражается равенством

$$P = G \quad (1-31)$$

где:  $G$  – вес тела;

$P$  – результирующая сила давления жидкости на погруженное в нее тело – архимедова сила.

Сила  $P$  находится по формуле

$$P = \rho g W \quad (1-32)$$

Если вес тела  $G > P$ , тело тонет. При  $G = P$ , тело плавает в погруженном состоянии. Если  $G < P$ , тело находится в надводном плавании, находясь в определённом погружении. Глубина погружения наивысшей точки смоченной поверхности у называется осадкой тела (рис. 1-5а).

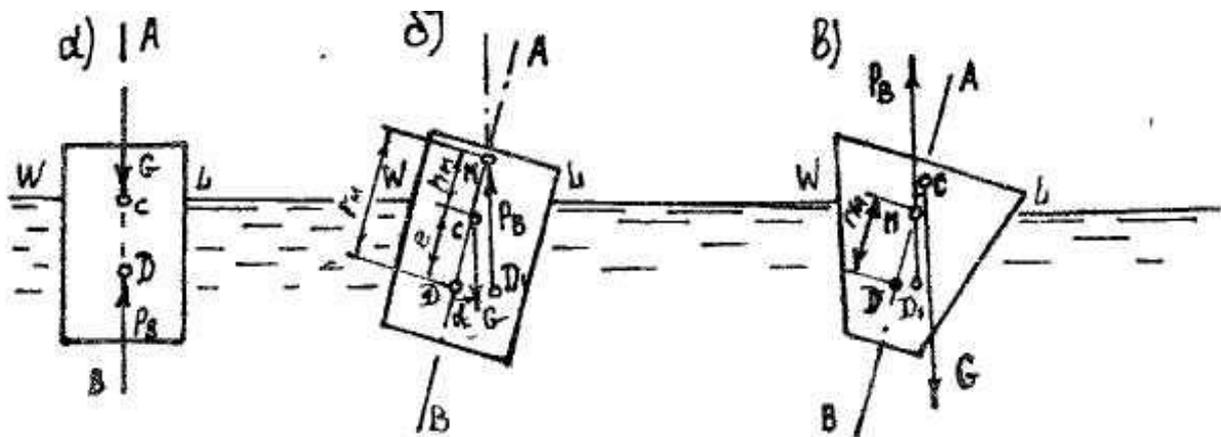


Рисунок 1-5. К расчету плавания тел:

- а) равновесное положение тела;
- б) остойчивое положение;
- в) неустойчивое положение.

Линия пересечения плоскости свободной поверхности жидкости с боковой поверхностью плавающего тела (в равновесном положении) называется ватерлинией. Площадь сечения тела плоскости свободной поверхности (в равновесном положении ограничена ватерлинией) называется площадью плоскости плавания.

Линия, проходящая через центр водоизмещения  $D$  (или центр давления) при равновесии тела и центр тяжести плавающего тела  $C$ , называется осью плавания (рис. 1-5а).

Точка  $M$  пересечения оси плавания с вертикалью, проведённой через центр водоизмещения  $D$ , при крене тела на угол  $\alpha$ , называется метацентром (рис. 1-5б).

Расстояние от центра тяжести  $D$  до центра водоизмещения  $C$  называется эксцентриситетом  $L$ ; расстояние от точки  $C$  до метацентра  $M$  называется метацентрической высотой  $h_m$ , а  $r_m$  – метацентрическим радиусом.

Метацентрический радиус может (для небольших кренов, до  $15^\circ$ ) быть вычислен по формуле

$$r_M = \frac{J}{W}, \quad (I-33)$$

Метацентрическая высота:

$$h_m = r_M - e = \frac{J}{W} - e, \quad (I-34)$$

При расчёте связанным с плаванием тел, кроме условия плавания (1-31) тело (судно, баржа и т.д.) должно удовлетворять условию остойчивости. Плавающее тело будет остойчивым в том случае, если при крене сила тяжести  $G$  и архимедова сила  $P$  создают момент, стремящийся уничтожить крен и вернуть тело в исходное положение.

Если центр тяжести тела  $C$  лежит ниже центра водоизмещения, то плавание будет, безусловно, остойчивым.

Если центр тяжести тела  $C$  лежит выше центра водоизмещения  $D$ , то плавание будет остойчивым только при выполнении условия  $h_m > 0$  или  $r_m > e$ .

### ***1.7 Указания к решению задач по гидростатике***

При решении задач на определение давления в той или иной точке объёма жидкости, находящейся в состоянии покоя необходимо, прежде всего, выяснить силы и направления их, затем составить уравнения равновесия этих сил относительно плоскости сравнения.

При расчёте используется основное уравнение гидростатики (1-2) или (1-3). При решении задач необходимо твёрдо различать давления абсолютное, избыточное и вакуум, и знать связь между давлением, плотностью жидкости и высотой, соответствующей этому давлению (пьезометрической высотой).

При решении задач, связанных с определением сил давления надо не смешивать такие понятия как давление  $p$  и сила  $P$ , строго соблюдать размерности и учитывать свойства гидростатического давления.

В задачах, которых дано поршень или система поршней (простейшие гидравлические машины) используется закон Паскаля и уравнения равновесия всех сил действующих на систему в проекции на оси координат или уравнения моментов, или сочетание этих уравнений.

В задачах на относительный покой жидкости в общем случае следует учитывать действие двух массовых сил: силы тяжести и силы инерции, использовать основное свойство поверхностей уровня, в том числе свободной поверхности жидкости.

## 2. ОСНОВЫ ГИДРОДИНАМИКИ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

### 2.1 Гидравлические элементы потока

#### 1. Основы кинематики потока жидкости.

##### 1.1 Основные определения.

Линия тока – это линия, касательная к которой в каждой точке в данный момент времени совпадает с направлением скорости в этой точке. Такая скорость (в точке) называется местной скоростью.

Элементарная струйка – это бесконечно малый объём жидкости вокруг линии тока.

Поток – это движущийся объём жидкости конечных размеров. Поток состоит из бесконечно большого количества элементарных струек.

Живое сечение потока – есть сечение  $\omega$ , нормальное в каждой своей точке, соответствующей линии тока.

Смоченный периметр – есть периметр живого сечения русла, соприкасающегося со стенками русла.

Гидравлический радиус R – есть отношение площади живого сечения  $\omega$  к смоченному периметру  $\chi$ :

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (\text{II-1}).$$

Расход потока Q – есть объём жидкости, проходящей через живое сечение потока за единицу времени.

Средняя скорость g в живом сечении – есть условная, одинаковая для всех точек сечения скорость, при которой расход потока будет такой же, как при действительных местных скоростях, различных для различных точек сечения. Расход и средняя скорость связаны между собой формулами:

$$Q = g\omega, \quad (\text{II-2})$$

$$g = \frac{Q}{\omega}, \quad (\text{II-3})$$

Средняя скорость в живом сечении может быть также определена из формулы:

$$g = \frac{\int U d\omega}{\omega}, \quad (\text{II-4})$$

или приближенно  $g = \frac{\sum U \Delta\omega}{\omega}, \quad (\text{II}'-4)$

Виды движения. Движение жидкости может быть неустановившимся и установившимся.

Неустановившееся движение – такое движение, при котором элементы потока (расход, скорость, глубина, давление и др.) изменяются по времени.

Установившееся движение – такое движение, при котором элементы потока не меняются по времени. Такое движение в свою очередь может быть равномерным или неравномерным.

Неравномерным называется движение, при котором элементы потока изменяются вдоль движения (по длине), оставаясь постоянным во времени.

Равномерным называется движение, при котором элементы потока (скорость, глубина, площадь живого сечения) вдоль движения не меняются.

Движение жидкости также может быть напорным и безнапорным.

Напорным называется движение, при котором поток по всему периметру живого сечения соприкасается со стенками русла и давление во всех точках сечения больше атмосферного.

При безнапорном движении поток имеет свободную поверхность, на которой давление равно атмосферному и лишь часть периметра живого сечения соприкасается со стенками русла.

Так как при установившемся движении расход в различных живых сечениях потока является величиной постоянной, то средние скорости и площади этих живых сечений связаны между собой уравнением неразрывности (сплошности) потока:

$$G_1 \omega_1 = G_2 \omega_2 = \dots = G_n \omega_n = Q = const, \quad (\text{II-5})$$

## 2.2 Уравнение Д. Бернулли. Определение потерь удельной энергии в потоке.

Уравнение Бернулли выражает закон сохранения энергии для потока реальной жидкости и является основным уравнением динамики, которое для установившегося плавно изменяющегося потока реальной жидкости, составленное для двух расчётных сечений 1-1 и 2-2 относительно произвольной горизонтальной плоскости сравнения имеет вид:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 G_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 G_2^2}{2g} + h_{mp}, \quad (\text{II-6})$$

где  $Z$  – геометрическая высота, т.е. расстояние от произвольной горизонтальной плоскости сравнения до рассматриваемой точки в сечении (рис. II-1). Индексы относятся к номерам сечений, проведённым нормально линиям тока;

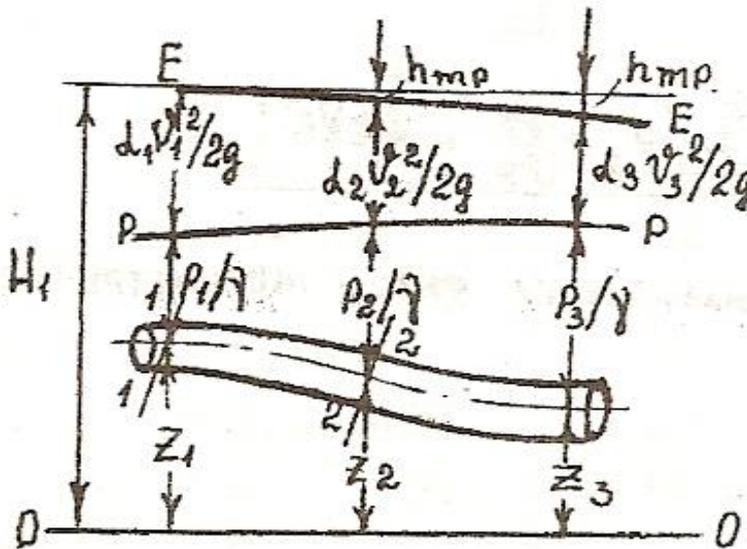


Рисунок 2-1.

Все члены уравнения (II-6) имеют линейную размерность.

Сумма трёх членов  $(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha G^2}{2g})$  называется гидродинамическим напором и обозначается  $H$ .

С энергетической точки зрения  $(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha G^2}{2g})$  выражает суммарную (потенциальную  $(z + \frac{p}{\rho g})$  и кинетическую  $\frac{\alpha G^2}{2g}$ ) удельную энергию потока, т.е. энергию, отнесённую к единице веса протекающей жидкости.  $h_{тр}$  – такая часть удельной энергии, которая затрачивается на преодоление сопротивлений на участке между сечениями.

Средняя скорость  $V$  в сечении определяется из уравнения неразрывности (II-5). Коэффициент Кариолиса  $\alpha$  при плавно изменяющемся движении принимают в практических расчётах равным 1,0...1,1 (в потоках с ламинарным режимом коэффициент  $\alpha$  может достигать значительно больших значений вследствие резкой неравномерности распределения скоростей в сечении).

Уклон линии удельной энергии называется гидравлическим уклоном:

$$J = \frac{dH}{dl} = \frac{d(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g})}{dl}, \quad (\text{II-7}).$$

В случае изменения потерь напора по длине линейной зависимости, что имеет место, например в трубопроводах постоянного диаметра по длине, с постоянной шероховатостью, гидравлический уклон равен отношению потерь напора к длине, на которой эта потеря происходит:

$$J = \frac{h_{mp}}{l} = \frac{(z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}) - (z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g})}{l}, \quad (\text{II-8}).$$

Пьезометрическим уклоном называется уклон пьезометрической линии:

$$J_n = \frac{d(z + \frac{p}{\rho g})}{dl}, \quad (\text{II-9}).$$

При равномерном движении, когда средняя скорость вдоль потока остаётся постоянной, гидравлический уклон равен пьезометрическому.

Режимы движения и расчёт потерь напора. Для применения уравнения Бернулли необходимо численно определить потери напора  $h_{тр}$ . Потери напора  $h_{тр}$  существенно зависят от режима движения (турбулентный режим, ламинарный). Для выяснения режима движения необходимо вычислить безразмерное число Рейнольдса  $Re$ .

При движении жидкости в круглой напорной трубе диаметром  $d$  число Рейнольдса  $Re$  определяется по формуле

$$R_e = \frac{\rho v d}{\nu}, \quad (\text{II-10})$$

Для безнапорных потоков

$$R_{e(R)} = \frac{\rho R}{\nu}, \quad (\text{II-11})$$

Число Рейнольдса соответствующее смене режимов движения называется критическим  $Re_{кр}$

$$Re < Re_{кр} = \frac{\rho_{кр} d}{\nu} = 2320, \quad (\text{II-12})$$

или

$$Re < Re_{кр} = \frac{\rho_{кр} R}{\nu} = 580, \quad (\text{II-13}).$$

В практике движение жидкости в основном турбулентное.

Для применения уравнения Бернулли в расчётах необходимо численно определить потери напора  $h_{тр}$ . Общие потери напора условно считают равными сумме потерь, вызываемым каждым сопротивлением в отдельности, т.е. применяют так называемый принцип наложения потерь напора. Условно считается, что каждый вид сопротивления проявляется независимо и полностью. Тогда общие потери напора будут равны

$$h_{тр} = \sum h_{дл} + \sum h_{мест}, \quad (\text{II-14})$$

Потери напора на преодоление местных сопротивлений определяются по формуле:

$$h_{мест} = \zeta_{мест} \frac{g^2}{2g}, \quad (\text{II-15})$$

Таблица 2

Коэффициенты местных сопротивлений наиболее часто встречающихся в расчётах для квадратичной области сопротивления.

t°	$\nu$	t°	$\nu$	t°	$\nu$
1	0,017321	12	0,012396	26	0,008774
2	0,016740	13	0,012067	28	0,008394
3	0,016193	14	0,011756	30	0,008032
4	0,015676	15	0,011463	35	0,007251
5	0,015188	16	0,011177	40	0,006587
6	0,014726	17	0,010888	45	0,006029
7	0,014289	18	0,010617	50	0,005558
8	0,013873	19	0,010356	55	0,005147
9	0,013479	20	0,010105	60	0,004779
10	0,013101	22	0,009892		
11	0,012740	24	0,009186		

Вид сопротивления	$\zeta_{кв}$
Пробочный кран	0,4...1,5
Вентиль	2,5...6
Задвижка, полностью открытая	0,15
Вход из резервуара в трубу	0,5
Выход из трубы в резервуар	1
Вход в трубу с сеткой	6
Тоже, с обратным клапаном	10
Резкий поворот на угол 30°	0.155
Резкий поворот на угол 45°	0,318
Резкий поворот на угол 60°	0,555
Резкий поворот на угол 90°	1,19

Плавный поворот трубы на угол $\varphi^\circ$ при радиусе поворота $R_{\text{п}} = 1,5D$	$0,45 \frac{\varphi^\circ}{90^\circ}$
Плавный поворот трубы на угол $\varphi^\circ$ при радиусе поворота $R_{\text{п}} = 2,5D$	$0,42 \frac{\varphi^\circ}{90^\circ}$

В случае внезапного расширения трубопровода местные потери определяются по формуле:

$$h_{\text{в.р.}} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}, \quad (11-16)$$

где,  $v_1, v_2$  - средние скорости в сечениях, выбранных соответственно до и после расширения потока.

Формула (11-16) может быть представлена в другом виде:

$$h_{\text{в.р.}} = \left( \frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 \cdot \frac{v_2^2}{2g} = \zeta''_{\text{в.р.}} \cdot \frac{v_2^2}{2g}, \quad (11-17)$$

или

$$h_{\text{в.р.}} = \left( 1 - \frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 \cdot \frac{v_1^2}{2g} = \zeta'_{\text{в.р.}} \cdot \frac{v_1^2}{2g}, \quad (11-18)$$

где  $\omega_1, \omega_2$  - площади сечения трубы до и после внезапного расширения.

Как видно из приведенных уравнений, коэффициент местных сопротивлений  $\zeta_{(\text{мест})}$  может иметь различные значения в зависимости от того к какому сечению, а следовательно скоростному напору он отнесен. Поэтому в практических расчетах условимся относить коэффициент потерь к средней скорости в сечении за сопротивлением. Исключения составляют потери на выход из трубопровода в резервуар значительных размеров ( $v_2=0$ ), которые принимаются равными

$$h_{\text{ВЫХ}} = \zeta_{\text{ВЫХ}} \frac{v_1^2}{2g}, \quad (11-19)$$

где,  $\zeta_{\text{ВЫХ}} = 1$ .

Потери напора по длине вычисляются по формуле

$$h_\ell = \lambda \frac{\ell}{4R} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (11-20)$$

где  $\lambda$  - коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси);

$\ell$  - длина участка потока между рассматриваемыми сечениями;

$R$  - гидравлический радиус.

Для круглых напорных труб формулу (11-20) удобнее представлять в следующем виде

$$h_\ell = \lambda \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (11-21)$$

где  $d$  - диаметр трубы.

Коэффициент  $\lambda$  является безразмерной величиной, зависящей от ряда характеристик – от диаметра и шероховатости трубы, вязкости и скорости движения жидкости. Влияние этих характеристик на величину  $\lambda$  проявляется по разному при различных режимах движения потока.

Так при ламинарном режиме движения жидкости ( $Re < 2320$  или  $Re < 580$ ) коэффициент  $\lambda$  определяется по формуле Пуазейля:

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{16}{ReR}; \quad (11-22)$$

При турбулентном режиме движения жидкости в интервале чисел Рейнольдса, ограниченном значениями  $2320 \leq Re \leq 40 \frac{d}{\Delta_{\text{э}}} = Re_{\text{гел}}$ , который называется зоной гидравлически гладких русел, коэффициент Дарси рекомендуется определять соответственно по формулам Блазиуса и Колбрука:

$$\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}}, \quad (11-23)$$

$$\lambda = \frac{1}{(1.8 \cdot \lg \frac{Re}{7})^2}, \quad (11-24)$$

где  $\Delta_{\text{э}}$  - абсолютная величина так называемой эквивалентной равномерно - зернистой шероховатости [1, с. 589... 590, 6, с.72 ... 73].

Формула (11-23) дает результаты, хорошо совпадающие с опытными данными при  $Re < 10^5$ .

В интервале чисел Рейнольдса, ограниченном значениями

$Re = 40 \frac{d}{\Delta_{\text{э}}} < Re < 500 \frac{d}{\Delta_{\text{э}}}$ , который называется переходной зоной, коэффициент Дарси рекомендуется определять по формуле Л.Д. Альтшуля [1, с. 75]

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{\Delta_{\text{э}}}{d} + \frac{68}{Re} \right), \quad (11-25)$$

а, при  $Re > Re = 500 \frac{d}{\Delta_{\text{э}}}$ , который называется квадратичной зоной - соответственно по формулам Б.Л. Шифринсона и Прандтля: [1, с.176]

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{\Delta_{\text{э}}}{d} \right)^{0.25}, \quad (11-26)$$

$$\lambda = \frac{1}{(21 \lg \frac{3.7d}{\Delta_{\text{э}}})^2}. \quad (11-27)$$

Формулу (11-26) рекомендуется применять при  $\frac{\Delta_{\text{э}}}{d} \leq 0,007$ . Эквивалентная шероховатость  $\Delta_{\text{э}}$ , мм, имеет следующие значения:

Стальные цельнотянутые трубы новые 0,02 ... 0,05

Тоже, не новые (бывшие в эксплуатации)	0,15 ... 0,3
Стальные сварные новые	0,04 ... 0,1
Чугунные новые	0,25 ... 1,0
Чугунные и стальные сварные не новые	0,8 ... 1,5
Асбестоцементные новые	0,05 ... 0,1
Тоже, не новые	0,6
Бетонные и железобетонные	0,3 ... 0,8

### 2.3 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОРОТКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

К гидравлически коротким относятся трубопроводы, длина которых превышает длину насадки ( $l \approx 4d$ ), а потери напора на преодоление местных сопротивлений составляют не более 5 ... 10 % от потерь по длине потока.

В расчетах коротких трубопроводов в зависимости от условий применения или назначения трубопровода могут быть известны напор  $H$  и давление  $P$ , при котором работает трубопровод, расход  $Q$  жидкости проходящей, по нему, его геометрические размеры (длина  $l$  и диаметр  $d$ ) и материал трубопровода (эквивалентная шероховатость и коэффициент шероховатости  $\Delta \varepsilon$ ), физические свойства жидкости (плотность  $\rho$  и кинематический коэффициент вязкости  $\nu$ ).

С учетом этого можно выделить три основных типа задач, встречающихся при гидравлическом расчете гидравлически коротких трубопроводов.

**1-й тип.** Известны  $Q, l, d, \Delta \varepsilon (n), \rho, \nu$ , требуется найти неизвестный напор  $H$  или давление  $P$ , при котором обеспечится пропуск заданного (известного) расхода  $Q$ .

Расчет начинается с выбора двух сечений, в одно из которых должно входить неизвестное  $H$  или  $P$ , и плоскости отсчета, для которых записывается уравнение Бернулли и после подстановки исходных (известных) величин приводится к расчетному виду. Из него и определяется неизвестная (искомая) величина  $H$  или  $P$ . Потери напора или удельной энергии рассчитываются согласно методике, описанной в п. II.1.

**2-й тип.** Известны  $H$  или  $P, l, d, \Delta \varepsilon (n), \rho, \nu$ , требуется определить расход  $Q$ , который должен пропустить трубопровод.

Для данного типа задач также составляется уравнение Бернулли и приводится к расчетному виду. Так как в уравнении Бернулли в этом случае оказываются неизвестными средняя скорость потока и потери напора по длине, зависящие от коэффициента Дарси, то задачи подобного типа решаются обычно способом последовательного приближения. Сущность которого заключается в последовательном уточнении коэффициента Дарси, а следовательно и величины расхода. В первом приближении коэффициент Дарси рассчитывается по формулам, в которых он не зависит от скорости, т.е. по (11-26) или

(11-27). Затем по (11--15) и (11-20) или (11-21) определяются потери удельной энергии (напора), значения которых подставляются в расчетное уравнение Бернулли, откуда и вычисляют среднюю скорость. Затем по методике, описанной в п.П.2 рассчитываются режим движения жидкости и зона сопротивления, в зависимости от которых уточняется коэффициент Дарси. По уточненному значению коэффициента Дарси корректируется величина средней скорости и расхода. Количество приближений принимается из условия, чтобы расхождения между двумя последними величинами расхода не превышала 5% или величины, заданной по условию задачи. Для обеспечения решения задач подобного типа скорости в функции диаметра в первом приближении можно принимать по таблице IV.

Рекомендуемые предельные расходы скорости в водопроводных трубах.

Таблица IV

Показатели	Диаметр d, мм																	
	50	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100
Рекомендуемая предельная скорость, м/с	0,75	0,75	0,76	0,82	0,85	0,95	1,02	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,50	1,55
Рекомендуемый предельный расход, л/с	1,5	3,3	6	10	15	30	50	74	106	145	190	245	365	520	705	920	1200	1475

**3-й тип.** Известны  $H$  или  $P$ ,  $Q$ ,  $l$ ,  $\Delta z$  ( $n$ ),  $\rho, \nu$ , требуется определить диаметр трубопровода  $d$ .

Аналогично, как и при решении задач предыдущих типов, составляют уравнение Бернулли и приводят его к расчетному виду, т.е. относительно диаметра трубопровода. Решается оно или способом подбора, т.е. диаметр  $d$  находится методом последовательного приближения или графоаналитическим методом. Наиболее простым и надежным является графоаналитический, сущность которого заключается в следующем. Задаются стандартным диаметром трубопровода [5, с. 126], соизмеряя с величиной расхода или руководствуясь рекомендациями, приведенными в таблице IV, по заданному расходу принимают диаметр. Для принятого диаметра рассчитывается величина  $H$  или  $P$  аналогично как и для задач первого типа. Если полученный  $H$  или  $P$  окажется больше расчетного (известного из задания), то диаметр увеличивается, в противном случае уменьшается и снова вычисляется  $H$  и  $P$ . Таким образом задают 3 ... 5 разных стандартных диаметров и для каждого значения  $d$  находят  $H$  или  $P$ . При этом величина найденного значения  $H$  или  $P$  должна находиться в интервале вычисленных значений. Затем на миллиметровой бумаге строится график  $H = f(d)$  или  $P = f(H)$ , из которого по расчетному т.е. известному напору  $H$  или давлению  $P$  определяется искомый диаметр трубопровода, а за расчетный принимается ближайший больший стандартный диаметр.

#### 2.4 ИСТЕЧЕНИЕ ИЗ ОТВЕРСТИЙ И НАСАДКОВ ПРИ ПОСТОЯННОМ НАПОРЕ.

В основу расчета истечения из отверстий и насадков при постоянном напоре принимается формула расхода

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH_0}, \quad (11-27)$$

и скорости течения

$$v = \varphi \sqrt{2gH_0}, \quad (11-28)$$

где  $\mu = \varepsilon\varphi$  - коэффициент расхода;

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \sum \zeta}} - \text{коэффициент скорости};$$

$\zeta$  - коэффициент сопротивления;

$$\varepsilon = \frac{\omega}{\omega_c} - \text{коэффициент сжатия};$$

$\omega$  - площадь отверстия;

$\omega_c$  - площадь сжатого сечения струи;

$$H_0 = H + \frac{\alpha v_0^2}{2g} - \text{напор с учетом скорости } v_0 \text{ подхода жидкости к отверстию};$$

$H$  - геометрический напор;

$\alpha$  - коэффициент Кориолиса.

Численные значения гидравлических коэффициентов для малых отверстий и насадков, размер которых по высоте меньше 0,1 Н приведены в таблице V.

Таблица V

Вид отверстия и насадок	$\varphi$	$\varepsilon$	$\mu$	Примечание
Отверстие с острой кромкой	0,97	0,64	0,62	При полном совершении сжатия
Внешний цилиндрический насадок	0,82	1,0	0,82	При длине насадки $l = (3 \dots 4) d$
Внутренний цилиндрический насадок	0,71	1,0	0,71	-«-«-«-
Конически сходящийся насадок	0,96	0,48	0,94	При $\theta = 13^0$
Конически расходящийся насадок	0,45	1,0	0,45	При $\theta = 6^0$ , коэффициент расхода отнесен к выходному сечению
Коноидальный насадок	0,97	1,0	0,97	-

Приведенные значения гидравлических коэффициентов относятся к воде при турбулентном движении больших числах Рейнольдса ( $Re > 10^5$ ). При недостаточной длине ( $l < 3d$  или большом угле расширения насадки  $\theta > 10^0$ ) может произойти срыв вакуума – отставание (отрыв) струи от стенок насадка – и насадок будет работать как отверстие с соответствующим коэффициентом расхода.

При истечении из отверстий сжатие струи считается совершенным, если отверстие от боковых стенок и днища сосуда, в котором оно устроено, находится на расстоянии не менее трех диаметров или линейных величин периметра отверстия. Для совершенного сжатия гидравлические коэффициенты принимаются из таблицы V.

При несовершенном сжатии, коэффициент расхода  $\mu_{нес}$  больше чем  $\mu$  при совершенном сжатии. Определяется он по эмпирической формуле [1, с.209].

$$\mu_{HEC} = \mu \left[ 1 + 0,64 \left( \frac{\omega}{\Omega} \right)^2 \right], \quad (11-29)$$

где  $\Omega$  - смоченная площадь стенки, в которой сделано отверстие с площадью  $\omega$ .

При неполном сжатии (когда отверстие вплотную расположено к одной или двум направляющим стенкам резервуара) коэффициент расхода определяется по эмпирической формуле:

$$\mu_{HEC} = \mu \left( 1 + C_0 \frac{\chi_H}{\chi} \right), \quad (11-30)$$

где  $\chi$ ,  $\chi_H$  - периметр соответственно всего отверстия и той его части, на которой нет сжатия;

$C_0$  - коэффициент, учитывающий форму отверстия: для круглого отверстия  $C_0 = 0,13$ , для прямоугольного –  $C_0 = 0,15$  [ 1, с.209].

При истечении из затопленного отверстия или насадка, т.е. когда свободная поверхность жидкости за отверстием находится выше его центра, практические значения всех приведенных выше коэффициентов определяются так же, как и для незатопленного отверстия. Напор истечения при этом принимается как разность между отметками свободных поверхностей жидкости.

## 2.5 ИСТЕЧЕНИЕ ИЗ ОТВЕРСТИЙ И НАСАДКОВ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ НАПОРЕ

Истечение в данном случае является движением неустановившемся, так как расход, скорость и напор изменяются во времени.

Расчет сводится к определению времени истечения.

Время  $t$  изменения напора от  $H_1$  до  $H_2$  в случае призматического резервуара и при наличии постоянного притока  $Q_a$  определяется формулой:

$$t = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left( \sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} + \sqrt{H_a} \cdot \ln \frac{\sqrt{H_a} - \sqrt{H_1}}{\sqrt{H_a} - \sqrt{H_2}} \right), \quad (11-30)$$

где:  $H_a$  - напор, при котором расход, проходящий через отверстие или насадок, т.е. расход истечения из резервуара, равен притоку, определяется по формуле расхода истечения

$$H_a = \frac{Q^2}{\mu^2 \omega^2 2g}, \quad (11-31)$$

$\Omega$  - площадь сечения резервуара.

При отсутствии притока ( $Q_a = 0$  и следовательно  $H_a = 0$ ) формула (11-30) примет вид:

$$t = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left( \sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} \right) \quad (11-32)$$

Для случая полного опорожнения, т.е.  $H_2 = 0$  получим:

$$t = \frac{2\Omega\sqrt{H_1}}{\mu\omega\sqrt{2g}} = \frac{2\Omega\sqrt{H_1}\sqrt{H_1}}{\mu\omega\sqrt{2g}\sqrt{H_1}} = \frac{2\Omega H_1}{\mu\omega\sqrt{2g}H_1} = \frac{2W}{Q} \quad (11-33)$$

где:  $W = \Omega H_1$  - объем жидкости в резервуаре при напоре  $H_1$ ;

$Q$  - расход истечения при начальном напоре  $H_1$ ;

Время  $t$  изменения напора от  $H_1$  до  $H_2$  при перетекании жидкости в призматических резервуарах определяется формулой [1, с.238]:

$$t = \frac{2\Omega_1\Omega_2}{(\Omega_1 + \Omega_2)\mu\omega\sqrt{2g}} \left( \sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} \right), \quad (11-34)$$

где  $\Omega_1, \Omega_2$  - площади поперечного сечения резервуаров.

Если истечение или перетекание жидкости происходит через короткие трубопроводы, то коэффициент расхода системы рассчитывается по зависимости

$$\mu = \left( \alpha + \sum \zeta \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad (11-35)$$

где  $\sum \zeta$  - сумма коэффициентов сопротивлений (местные и по длине).

## 2.6 УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Задачи данного раздела основаны на применении уравнения Бернулли для потока реальной жидкости. При применении уравнения Бернулли важно правильно выбрать сечения, для которых оно записывается и плоскость отсчета удельной энергии. Последняя выбирается, если это возможно, из условия, чтобы все члены уравнения Бернулли входили с одним знаком.

В качестве сечений рекомендуется:

- свободную поверхность жидкости в резервуаре, где, как правило,  $v = v_0 = 0$ ; выход в атмосферу, где  $P_{изб}=0$ ;  $P_{абс}=P_{атм}$ ;
  - сечение, где присоединен тот или иной манометр, вакуумметр, пьезометр;
  - сечение, где трубопровод присоединен к источнику давления (например, насосу).
- Другими словами сечения рекомендуется назначать с учетом, по возможности, сокращения числа переменных параметров, с другой стороны, с учетом искомых величин (параметров).

Уравнение Бернулли рекомендуется сначала записать в общем виде, а затем привести его к расчетному виду.

Задачи на истечение из отверстий и насадков можно решать без записи уравнения Бернулли, а использовать формулу (11-27).

При расчете напора для внешнего цилиндрического насадка необходимо его сравнивать с максимально допустимой величиной, при которой в насадке происходит срыв вакуума, и соответственно принимать значение коэффициента расхода.

При расчете истечения при переменном напоре (опорожнение или наполнение резервуара и др.) движение в каждый момент времени движение жидкости рассматривается как установившееся.

### 3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДЛИННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.

#### 3.1. Расчет простых длинных трубопроводов

Гидравлически длинными напорными трубопроводами называются трубопроводы, в которых потери удельной энергии или потери напора на местные сопротивления менее 5 ... 10% от потерь напора по длине.

При этом потери на местные сопротивления либо вовсе не учитывают (в силу малости), либо учитывают путем увеличения потерь напора по длине 5 ... 10%. Длинным простым трубопроводом считается трубопровод, имеющий постоянный диаметр по длине и не имеющий ответвлений.

Движение в простом длинном напорном трубопроводе, работающем при постоянном напоре является установившемся и равномерным, т.е. с постоянной скоростью  $v_0$ .

Расчетной формулой гидравлически длинного, простого напорного трубопровода является формула Дарси-Вейсбаха:

$$v = C\sqrt{RJ}, \quad (\text{III-1})$$

которая легко трансформируется в формулу Шези:

$$Q = \omega C\sqrt{RJ}, \quad (\text{III-2})$$

где:  $Q$  - расход жидкости;

$\omega$  - площадь поперечного сечения трубопровода, считая по внутреннему диаметру  $d$ ;

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4};$$

$R = \frac{\omega}{\chi}$  - гидравлический радиус; для круглых труб  $R = \frac{d}{4}$ ;

$\chi$  - смоченный периметр; для круглых труб  $\chi = \pi d$ ;

$J = \frac{H}{l}$  - гидравлический уклон;

$H$  - потери напора на преодоление сопротивлений по длине  $l$ ;

$C$  - коэффициент Шези, зависящий от  $R$  и шероховатости  $n$  внутренней поверхности трубопровода.

Для определения  $C$  предложен ряд формул.

Для расчета трубопроводов наиболее широко применяется формула Маннинга

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

и формула И.И. Агроскина

$$C = \frac{1}{n} + 17,72 \cdot \lg R.$$

В практических расчетах металлические трубопроводы можно разделить на две категории по характеристики шероховатости:

- новые стальные и чугунные трубы, для которых  $n = 0,0125$ ;

- нормальные (бывшие в эксплуатации) стальные и чугунные трубы, для которых  $n = 0,014$ .

В формуле (III-2) произведение  $\omega \cdot C\sqrt{R} = K$ , л/с, называется расходной характеристикой или модулем расхода, имеющей размерность расхода. Численные значения  $K$  для стандартных диаметров, соответствующие квадратичной зоне сопротивления, приведены в таблице III-1.

С учетом изложенного формула (III-2) приобретает вид:



Таблица III-1

Значения расходных характеристик  $K$  для квадратичной области сопротивления

$d, мм$	$, дм^2 \cdot 10$	Вес 1 м труб		Трубы нормальные			Трубы новые стальные и чугунные		
		$кг$	$n$ (НЬЮТОН)	$K, л/с$	$K^2/1\ 000$	$1\ 000/K^2$	$K, л/с$	$K^2/1\ 000$	$1\ 000/K^2$
50	1, 963	12	118	8, 313	0, 0691	14, 472	10, 10	0, 1020	9, 804
75	4, 418	17	167	24, 77	0, 6136	1, 6297	29, 70	0, 8821	1, 1337
100	7, 854	23, 0	226	53, 61	2, 874	0, 34795	63, 73	4, 061	0, 24624
125	12, 272	30, 0	294	97, 39	9, 485	0, 10543	115, 1	13, 248	0, 07548
150	17, 671	38, 0	373	158, 4	25, 091	0, 03985	186, 3	34, 708	0, 02881
200	31, 416	55, 0	539	340, 8	116, 15	0, 00861	398, 0	158, 40	0, 00631
250	49, 087	75, 0	735	616, 4	379, 9	0, 00263	716, 3	513, 09	0, 00195
300	70, 686	97, 0	951	999, 3	998, 6	0, 00100	1 157	1 339	0, 74710 <sup>-2</sup>
350	96, 212	116	1 140	1 503	2 259	0,443 10 <sup>-2</sup>	1 735	3 007	0, 333 10 <sup>-3</sup>
400	125, 664	142	1 392	2 140	4 580	0,218 10 <sup>-3</sup>	2 463	6 066	0, 165 10 <sup>-3</sup>
450	159, 043	171	1 680	2 920	8 526	0,117 10 <sup>-3</sup>	3 354	11 249	0, 889 10 <sup>-4</sup>
500	196, 350	202	1 980	3 857	14 876	0,672 10 <sup>-4</sup>	4 424	19 563	0, 511 10 <sup>-4</sup>
600	282, 743	273	2 680	6 239	38 925	0,257 10 <sup>-4</sup>	7 131	50 851	0, 197 10 <sup>-4</sup>
700	384, 845	354	3 470	9 362	87 647	0,114 10 <sup>-4</sup>	10 674	113 934	0, 878 10 <sup>-5</sup>
800	502, 655	399	3 920	13 301	176 917	0,565 10 <sup>-5</sup>	15 132	228 977	0, 437 10 <sup>-5</sup>
900	636, 173	446	4 370	18 129	328 661	0,304 10 <sup>-5</sup>	20 587	423 825	0, 236 10 <sup>-5</sup>
1 000	785, 398	548	5 370	23 911	571 736	0,175 10 <sup>-5</sup>	27 111	735 006	0, 136 10 <sup>-5</sup>
1 100	950, 334	661	6 480	30 709	943 043	0,106 10 <sup>-5</sup>	34 769	1 208 888	0, 827 10 <sup>-6</sup>
1 200	1130, 976	918	9 000	38 601	1 490 037	0,671 10 <sup>-6</sup>	43 650	1 905 323	0, 525 10 <sup>-6</sup>

Значение скорости  $v$  при превышении которой наступает квадратичная область сопротивления, приводятся в [I, с.259; 5 с. 124] или в таблице III-3.

Таблица III-3

Скорость  $v$ , при превышении которой наступает квадратичная область сопротивления

Вид труб	Скорость м/с при диаметре труб, мм								
	50	100	200	300	400	500	600	1000	1400
Новые стальные	2,8	3,2	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0	4,2	4,4
Новые чугунные	2,5	2,8	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0
Нормальные (бывшие в эксплуатации)	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3

Если расход распределяется по длине трубопровода (раздача воды из поливного трубопровода в поливные борозды, отводы в близкорасположенные дома из магистрального трубопровода, идущего вдоль улицы селения и др.), т.е. в виде так называемой непрерывной раздачи  $Q_{н.р.}$  потеря напора выражается формулой:

$$H = \frac{1}{3} \cdot \frac{Q_{н.р.}^2 \cdot \ell}{K^2} \quad (\text{III-8})$$

Если кроме непрерывной раздачи  $Q_{н.р.}$  имеется расход  $Q_m$ , идущий транзитом до конца трубопровода, то в этом случае потери напора будут выражены так:

$$H = \frac{(Q_T + 0,55Q_{н.р.})^2 \cdot \ell}{K^2} = \frac{Q_{расч}^2 \cdot \ell}{K^2} \quad (\text{III-9})$$

Расчет длинных напорных трубопроводов сводится к определению одной из трех величин напора  $H$ , расхода  $Q$  или диаметра  $d$ , если две из них известны, т.е. существуют три типа задач.

**1-й тип.** Известны  $Q$  и  $d$ , требуется определить напор  $H$ .

В данном случае по известным  $Q$  и  $d$  рассчитываю скорость  $v$ , а по таблице (III-3) в зависимости от диаметра  $d$  и материала трубопровода устанавливается  $v_{кв.}$ .

Если  $v_{кв.} \leq v$ , то имеет место квадратичная зона сопротивления и  $\theta_2 = 1$ , а при  $v_{кв.} > v$  имеет неквадратичное сопротивление и поправочный коэффициент  $\theta_2$  устанавливается по таблице (III-2) в зависимости от  $v$  и материала трубопровода.

Затем по формуле (III-7) находят потери удельной энергии (напора)  $h_{дл}$  или расчетный напор  $H = h_{дл}$ . Потери удельной энергии на местные сопротивления согласно определению гидравлически длинных трубопроводов принимаются  $h_{мест.} = (0,05 \dots 0,1) h_{дл}$ .

**2-й тип.** Неизвестен расход  $Q$ , заданы  $H$  и  $d$ , а также материал трубопровода.

При решении задач в данном случае предварительно принимают квадратичную зону сопротивления, т.е.  $\theta_1 = 1$ . По таблице (III-1) определяется расходная характеристика  $K_{кв}$  и по формуле (III-6) находится расход  $Q_1$ . Остальные величины, входящие в формулу (III-6) известны. Затем по  $Q_1$  определяем скорость  $v$ , которая сопоставляется со скоростью  $v_{кв.}$  и устанавливается зона сопротивления. Если зона сопротивления будет отличаться от

квадратичной, то по таблице (III-2) устанавливается поправочный коэффициент  $\theta_1$  и уточняется величина расхода.

Количество приближений принимается из условия, чтобы расхождение двумя последними величинами расхода не превышало 5%.

**3-й тип.** По условию задачи этого типа требуется найти диаметр  $d$  трубопровода, если известны  $Q$ ,  $H$  и материал трубопровода.

При решении задач этого типа предварительно задаются квадратичной зоной сопротивления и, следовательно,  $\theta = 1,0$ . Затем из формулы (III-3) находится расходная характеристика  $K_{кв}$  по которой и находят диаметр по таблице (III-2). Если окажется, что найденная расходная характеристика отличается от ее значения, рассчитанного для стандартного диаметра, то за расчетный принимается ближайший больший или меньший стандартные диаметры трубы. Однако такое решение задачи полностью не удовлетворяет поставленным требованиям. Действительно для первого случая, когда принимается больший стандартный диаметр, появляется избыток напора или давления, а во втором случае, наоборот, заданный напор  $H$  оказывается недостаточным, т.е. при расчетном напоре  $H$  или давлении  $P$  по трубопроводу не обеспечивается подача заданного (расчетного) расхода. В этом случае для полного использования заданного  $H$  или  $P$  при минимальной массе трубопровода рекомендуется выполнять составным из большего и меньшего, ближайших к расчетному, стандартных диаметров.

Исходя из расчетного вида уравнения Бернулли длина участка большего стандартного диаметра трубы будет:

$$L_1 = (H - A_{кв} \cdot L) / (A_{кв1} - A_{кв2}), \quad (\text{III-10})$$

где:  $H$  – расчетный (заданный) напор;

$L$  – длина всего трубопровода, км;

$A_{кв.1}$   $A_{кв.2}$  - удельные сопротивления трубопровода, соответственно на первом и втором участках его.

Длина участка меньшего стандартного диаметра трубы будет

$$L_2 = \frac{(H - A_{кв1} \cdot L)}{(A_{кв2} - A_{кв1})}, \quad (\text{III-11})$$

Для контроля проверяется условие  $L_0 = L_1 + L_2$ , которая должна равняться  $L$ .

### 3. 2. Расчет экономически наивыгоднейшего диаметра трубопровода.

Как видно из уравнений по определению потерь удельной энергии на гидравлические сопротивления по длине трубопровода, то последние обратно пропорциональны его диаметру в степени , близкой к пятой.

Поэтому, увеличивая диаметр трубы , существенно уменьшаются потери напора на преодоление гидравлических сопротивлений , а следовательно, уменьшается мощность насосно-силовой установки для создания рабочего напора (давления), при котором обеспечивается подача расчетного расхода и стоимость электроэнергии, предназначенной для создания этой мощности. И наоборот, с уменьшением диаметра трубопровода резко возрастает стоимость электроэнергии, затрачиваемой на преодоление гидравлических сопротивлений.

Очевидно, что строительная стоимость трубопровода и ежегодные эксплуатационные затраты на его содержание в первом случае, т.е. при большем диаметре, будут выше, чем во втором случае. Отсюда следует, что экономически

наивыгоднейшем диаметре трубопровода следует считать такой, при котором так называемые приведенные годовые затраты на строительство и эксплуатацию его, т.е. совокупные затраты, будут минимальными. Таким образом, экономически наивыгоднейший диаметр трубопровода определяется на основе технико-экономических расчетов. Методика расчета экономически наивыгоднейшего диаметра заключается в следующем:

Для принятого (заданного) материала трубопровода задаются рядом (минимум 5 ... 7 значений) стандартных диаметров, соизмеряя их с величиной расхода. По описанной выше методике (см. III-1) для принятых диаметров определяется потеря напора в трубопроводе и мощность насосной установки:

$$N = \rho \cdot Q \cdot H / (1000 \cdot \eta_{H.Y}), \text{ кВт} \quad (\text{III-12})$$

где:  $Q$  – расчетный расход (подача) трубопровода, м<sup>3</sup>/с;

$H$  – напор или потери напора в трубопроводе, м;

$\eta_{H.Y}$  - коэффициент полезного действия насосной установки.

Расчет потерь напора и соответственно мощность насосной установки, производится или на расчетную длину, или на единицу длины, как правило 1 км трубопровода.

Далее определяется годовая стоимость (тыс. руб.) электроэнергии, затрачиваемой на работу насосной установки  $S_{эл}$  по формуле

$$S_{эл} = N \cdot t \cdot \sigma / 1000, \quad (\text{III-13})$$

где:  $t$  - число часов работы насосной установки в году;

$\sigma$  - тариф на электроэнергию для данного района (нормативная величина; руб. /кВт ч).

Полученные затраты  $S_{эл}$  - называются эксплуатационными.

Для того же диаметра определяется строительная стоимость. Выражение для определения приближенной строительной стоимости (тыс. руб.) 1 км длины трубопровода, ориентировочно найденное из анализа сметной стоимости строительства, имеет следующий вид [I, с.271]

$$S_{cm} = v_0 + v \cdot d^\alpha, \quad (\text{III-14})$$

где:  $v_0$  - постоянна (не зависящая от диаметра) часть строительной стоимости трубопровода, тыс. руб. ;

$v$  - нормативный коэффициент, зависящий от вида труб и условий строительства;

$d$  - диаметр трубопровода, м;

$\alpha$  - показатель степени, зависящий от вида труб и не зависящий от условий строительства.

Значения коэффициентов для расчета строительной стоимости трубопроводов принимаются по таблице (III, 4) согласно [I, с.271]

Таблица III-4

Материал трубопровода	Коэффициенты			
	$v_0$ тыс. руб.	$v$	$\alpha$	R от %
Стальные	6,9	53	1,40	4,6
Чугунные	8,4	107	1,60	3,3
Асбестоцементные	11,0	78	1,95	7,3
Пластмассовые	9,0	150	1,95	4,6

Приведенные годовые затраты на 1 км длины трубопровода определяются по зависимости [I, с.271] :

$$S = S_{\text{э.н.}} + \left( \frac{1}{T_{\text{ок}}} + \frac{R_{\text{от}}}{100} \right) \cdot S_{\text{ст}}, \quad (\text{III-15})$$

где:  $T_{\text{ок}}$  – нормативный срок окупаемости капиталовложений в строительство. Для трубопроводов, используемых в системах водоснабжения,  $T_{\text{ок}}$  принимается 8 лет;  
 $R_{\text{от}}$  - сумма нормативных отчислений на текущий и капитальный ремонты, %% (см. табл. III-4).

Экономически наивыгоднейший диаметр трубопровода соответствует минимуму приведенных затрат.

Приближенно экономически наивыгоднейший диаметр трубопровода можно определить по зависимости:

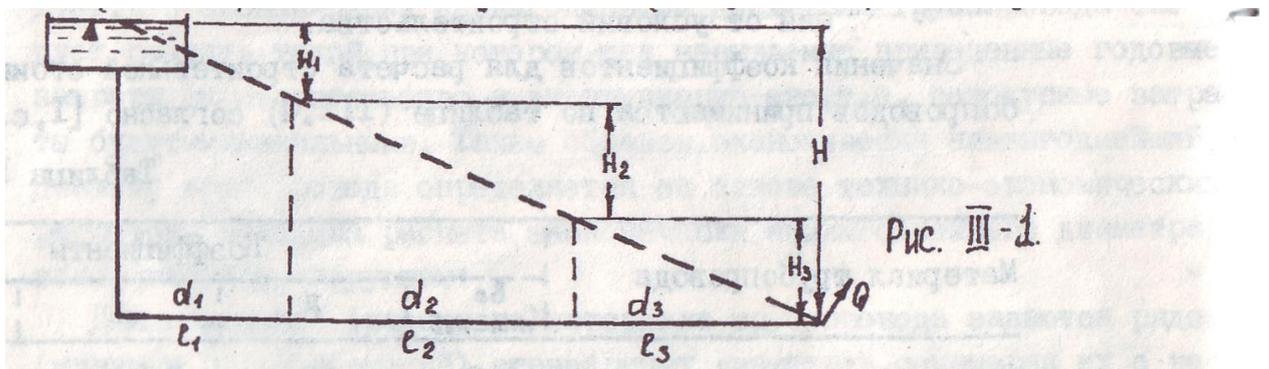
$$d_{\text{э}} = K_{\text{э}} Q_{\text{расч}}^{0,43} \quad (\text{III-16})$$

где:  $K_{\text{э}}$  - коэффициент, учитывающий материал трубопровода и экономические факторы, влияющие на строительство и эксплуатацию трубопровода;  
 $Q_{\text{расч}}$  - расчетный расход, м<sup>3</sup>/с

Коэффициент принимается : для стальных трубопроводов  $K_{\text{э}} = 0,72 \dots 0,88$ ;  
 Асбестоцементный, чугунный  $K_{\text{э}} = 0,84 \dots 0,85$ .

### 3. 3. Гидравлический расчет длинных трубопроводов при последовательном и параллельном соединении труб.

При последовательном соединении труб разных диаметров (рис. III- 1) напор  $H$  складывается из суммы потерь  $H_i$  на отдельных участках:



$$H = H_1 + H_2 + \dots + H_n = H_i, \quad (\text{III-17})$$

Но так как расход  $Q$  идет транзитом через все участки, то

$H_i = \frac{Q^2 \cdot \ell}{K_i^2}$  расход при последовательном соединении труб будет

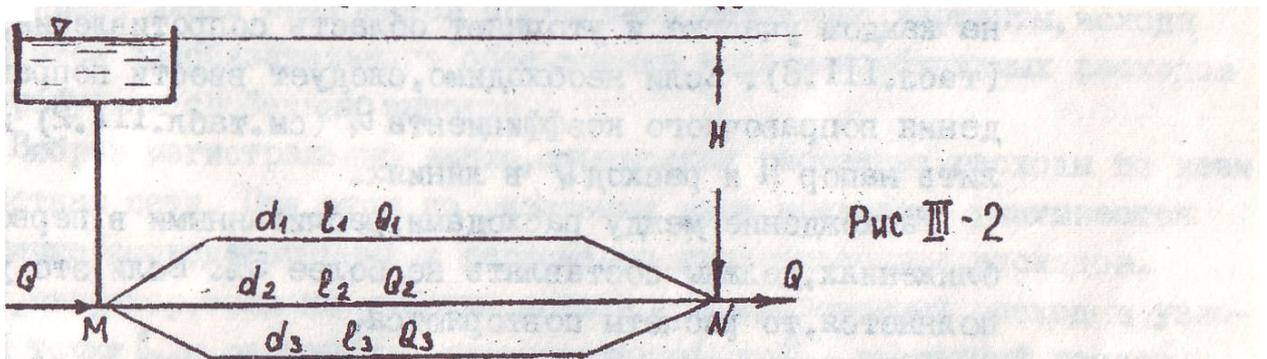
$$Q = \sqrt{\frac{H}{\frac{\ell_i}{K_i^2}}}, \quad (\text{III-18})$$

Если на отдельных участках расход переменный по пути, например за отделения, то при определении потерь напора на этом участке расход принимается расчетным и потери напора на этом участке определяются по формуле

$$H = \frac{Q_{\text{расч}}^2 \cdot \ell_i}{K_i^2}, \quad (\text{III-19})$$

где:  $Q_{\text{расч.}} = Q_{\text{тр}} + 0,55 Q_{\text{р}}$ . (здесь  $Q_{\text{тр}}$  - расход проходящий транзитом через рассматриваемый участок;  $Q_{\text{р}}$  - путевой расход на участке).

При параллельном соединении (рис. III- 2) длинных трубопроводов между точками М и N проходит несколько труб.



Заданы расход, длина, диаметр, материал трубопроводов и их расходные характеристики.

Особенностью расчета этих трубопроводов является то, что разность пьезометрических напоров в начале и в конце трубопроводов составляет напор  $H$ , одинаковый для всех труб. Другими словами на каждом трубопроводе движение жидкости происходит под действием одного и того же напора. Но в связи с тем, что длины труб разные, гидравлические уклоны этих труб будут разными

$$J_i = \frac{H}{\ell_i}, \quad (\text{III-20})$$

где  $i$  - номер участка трубы.

Расход, проходящий по любому участку, равен:

$$Q_i = K_i \sqrt{\frac{H}{\ell_i}}, \quad (\text{III-21})$$

Для всех  $n$  участков имеем  $n$  уравнений для определения  $Q$  в формуле (III-21). Согласно расчетной схеме (см. рис. III- 2) будем иметь три уравнения с четырьмя неизвестными  $Q_1, Q_2, Q_3$  и  $H$ .

Для решения их составляется еще одно уравнение, им является уравнение баланса расходов:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q_i \quad (\text{III-22})$$

В результате можем определить необходимый напор  $H$  и расход  $Q$  в каждой из параллельно соединенных линий.

Из (III-21) и (III-22) найдем

$$Q = \sqrt{H} \sum_{i=1}^{i=n} K_i / \sqrt{\ell_i}, \quad (\text{III-23})$$

или

$$H = Q^2 / \left( \sum_{i=1}^{i=n} \frac{K_i}{\sqrt{\ell_i}} \right)^2, \quad (\text{III-24})$$

Определив  $H$  по формуле (III-21), находят расходы линий  $Q_i$ .

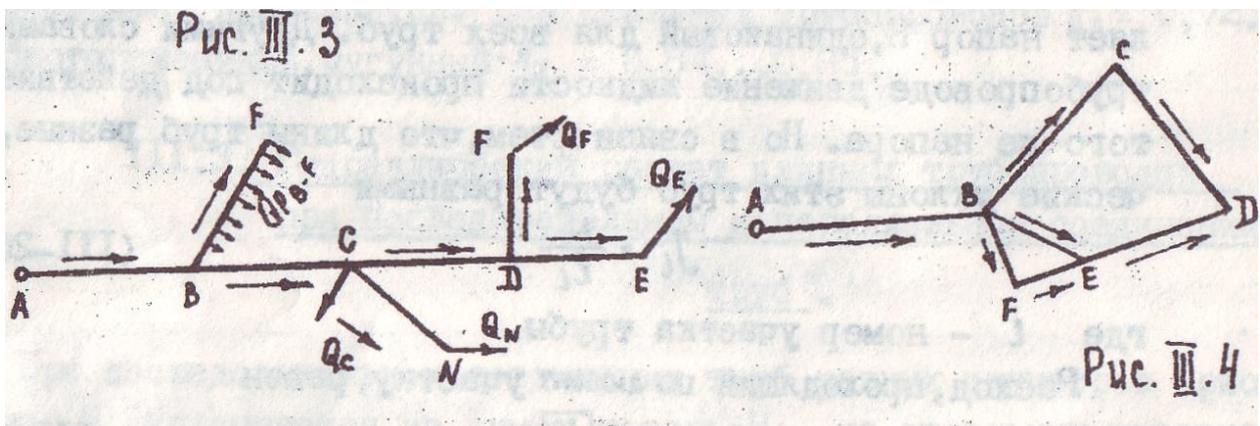
При расчетах сначала предполагают, что область сопротивления на всех участках квадратичная, т.е.  $K_i = K_{кв}$ .

С учетом этого предположения находят  $H$  и все  $Q_i$ , затем находят  $v_i$  на каждом участке и уточняют область сопротивления, сравнивая  $v_i$  и  $v_{кв}$  (табл. III.3). Если необходимо, следует ввести поправки, путем введения поправочного коэффициента  $\theta_1^i$  (см. табл. III.2) и вновь определить напор  $H$  и расход  $Q$  в линиях.

Расхождение между расходами, рассчитанными в первом и втором приближениях, должны составлять не более 5%. Если это условие не выполняется, то расчеты повторяются.

### 3. 4. Расчет распределительных водопроводных сетей

Распределительные водопроводные сети бывают: разветвленные (тупиковые) (рис..3) и замкнутые или кольцевые (рис. III.4).



При расчете распределительных сетей могут встретиться следующие два случая:

1. Расчет новой сети, когда отсутствует заранее заданный напор в начальном пункте (например, отметка уровня воды в водонапорной башне).

2. Расчет сети с заданным напором в голове системы (старая сеть), что имеет место при подключении сети к уже имеющемуся водопроводному баку (башне) или существующему трубопроводу.

**1-й случай.** Исходными данными для расчета сети являются :

длины отдельных участков сети расхода в узловых точках сети и непрерывной раздачи, отметки заложения от трубопровода в узловых точках, материал трубопровода и свободные напоры  $H_{св}$  равные разности отметок пьезометрической линии и от трубопровода в узловых точках системы. Величина  $H_{св}$  зависит от объекта, который устанавливается на основании нормативных документов. При расчете сети обязательным является условие, чтобы фактические свободные напоры в узловых точках были больше или равнялись заданным, т.е.  $H_{св} \geq H_{св}^{доп}$ .

В начале расчета выбирается магистральная линия, которая должна соединять водопроводную башню с одним из конечных узлов. В качестве магистральной линии выбирается обычно линия, имеющая наибольшую длину, наибольший расход, наибольшую геодезическую отметку заложения от заложения конечной точки трубопровода. Иногда для выбора магистральной линии приходится сравнивать различные варианты, исходя при этом из обязательного обеспечения подачи необходимых расходов и требуемых свободных напоров.

Выбрав магистральную линию, определяют расчетные расходы по всем участкам сети. При этом по указанным выше правилам учитывается наличие сосредоточенных и равномерно распределенных расходов.

Так, например, если на участке есть и сосредоточенный расход в узловой точке  $Q_{узл}$  и равномерно распределенный, то  $Q_{н.р.}$  расчетный расход участка  $Q_{расч.} = Q_{узл} + 0,55 Q_{н.р.}$  Определив расходы участков магистральной линии, переходят к определению их диаметров  $d_i$ , которые находятся по экономическим соображениям. Предельные расходы и средние скорости для стальных труб, прокладываемых в центральных и западных районах Европейской части СНГ, приведены в таблице III. 5 [П].

Таблица III. 5

Диаметр трубопровода, мм	Рекомендуемая предельная скорость, м/с	Рекомендуемый предельный расход, л/с	Диаметр трубопровода, мм	Рекомендуемая предельная скорость, м/с	Рекомендуемый предельный расход, л/с
50	0,96	3,1	400	1,36	184
75	1,07	5,8	500	1,50	315
100	1,15	11,7	600	1,49	443
125	1,19	16,6	700	1,52	561
150	1,22	21,8	800	1,53	776
200	1,34	46,0	900	1,57	987
250	1,34	71,0	1000	1,68	1335
300	1,35	103,0	1200	1,59	1919
350	1,35	140,0			

Сравнивая расчетные расходы каждого участка магистральной линии с предельными расходами, назначают соответствующие диаметры труб.

По методике, описанной в III.1 (1-й тип) по уравнению (III –7) рассчитываются потери напора на каждом участке магистральной линии. По величинам свободных напоров в узловых точках и потерям напора определяются отметки пьезометрической линии в этих точках.

Расчет начинают с конца магистральной линии, т.е. узла  $n$ , в котором отметка пьезометрической линии будет

$$\nabla_n^n = \nabla_0^n + H_{cs}^{\text{дон}}, \quad (\text{III-25})$$

где:  $\nabla_0^n$  - отметка заложения от трубопровода в узле  $n$ ;

$\nabla_n^n$  - отметка пьезометрической линии в узле  $n$ .

Затем определяется отметка пьезометрической линии магистрали в узловой точке  $n - 1$ :

$$\nabla_n^{n-1} = \nabla_n^n + h_{mp}^{n-1}, \quad (\text{III-26})$$

где  $h_{mp}^{n-1}$  - потери напора на участке магистральной линии между узловыми точками  $n$  и  $n - 1$ .

В такой последовательности определяются отметки пьезометрической линии для всех узловых точек магистральной линии.

Отметка пьезометрической линии водонапорной башни или напор насосной станции (установки) будет

$$\nabla_n^\delta = \nabla_n^n + \sum h_{mp.i}, \quad (\text{III-27})$$

а высота водонапорной башни или напор насосной станции (установки) будет

$$H_\delta = \nabla_n^\delta - \nabla_0^\delta, \quad (\text{III-28})$$

где:  $h_{mp.i}$  - сумма потерь напора на всех участках магистральной линии;

$\nabla_0^\delta$  - отметка от трубопровода у водонапорной башни (насосной установки).

Затем проверяются свободные напоры для каждой узловой точки магистральной линии, и если в какой-либо точке он оказался меньше допустимого, необходимо внести коррективы, увеличив соответственно отметку пьезометрической линии в конце магистрали.

Завершив расчет магистральной линии, приступают к расчету ветвей, который сводится к определению диаметра каждой ветви при заданной ее длине, расчетном расходе и напоре. Последний определяется из условия

$$H_{ei} = \nabla_n^i - (\nabla_e^i + H_{cs}^{\text{дон}}), \quad (\text{III-29})$$

где:  $\nabla_n^i$  - отметка пьезометрической линии в  $i$ -ом узле магистрали, от которого отходит ветвь;

$\nabla_e^i$  - отметка оси трубопровода в конце  $i$ -й ответви.

Методика определения диаметра трубопровода изложена в п. III.1. (3-й тип).

**2-й случай.** Для данного случая, кроме исходных данных, описанных в 1-м случае, известен общий напор магистральной линии, который определяется из условия:

$$H = H_n = \nabla_n^\delta - (\nabla_o^n + H_{ce}^{\delta on}), \quad (\text{III-30})$$

В этом случае вначале определяется средний гидравлический уклон

$$J_{cp.} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{i=n} \ell_i}, \quad (\text{III-31})$$

где  $\sum_{i=1}^{i=n} \ell_i$  - суммарная длина магистральной линии.

По полученному значению  $J_{cp.}$  и известных расходах  $Q_i$  на участках магистральной линии по формуле (III-3) вычисляют значения расходных характеристик  $K_i$  для каждого участка ее. По полученным значениям  $K_i$  находят соответствующий диаметр  $d_i$  (по табл. III-1) участка магистрали. При определении диаметра в редких случаях значение  $K_i$  соответствует стандартному диаметру. Чаще всего оказывается, что

$$K_1 < K_i < K_2, \quad (\text{III-31})$$

где:  $K_1$  - расходная характеристика ближайшего меньшего диаметра  $d_1$  стандартной трубы;  
 $K_2$  - тоже для ближайшего большего диаметра  $d_2$  стандартной трубы.

Учитывая это, следует на одних участках магистральной линии принимать трубы с  $d_1 < d_i$ , а на других с  $d_2 > d_i$ , так, чтобы в общем итоге иметь вариант, при котором наилучшим образом используется напор  $H$ . Такой подбор диаметров магистральной линии обеспечит ее минимальные затраты металла.

Расчет ветвей распределительной сети, а следовательно и расчет напоров выполняется аналогично как в 1-м случае.

## Литература

1. Гидравлика : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, А. Г. Коваленко, И. В. Кудинов ; под редакцией В. А. Кудинова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 386 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01120-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/432989>
2. Замалаев З.Х. Основы гидравлики и теплотехники (учебное пособие для студ.ВПО, обучающихся по программе Бакалавр – СПб.: Лань, 2014-352с.
3. Пташкина-Гирина, О.С. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение [Электронный ресурс] / О.С. Пташкина-Гирина, О.С. Волкова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 212 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94744>. — Загл. с экрана.
4. Гидравлика : учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 420 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; режим доступа <http://www.znaniium.com>]. — (высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/7680](http://www.dx.doi.org/10.12737/7680). - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/937454>
5. Гидравлика : учеб. пособие / В.Ф. Юдаев. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 301 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_58eb3186abc224.2782521](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_58eb3186abc224.2782521). - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/967866>
6. Кожевникова Н.Г. Практикум по гидравлике: Учебное пособие /Н.Г. Кожевникова, Н.П. Тогунова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун.-М., НИЦ ИНФРА-М, 2014.-248с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009119-8.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА

*АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ*

КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И  
МЕХАНИКИ

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
НА ТРАНСПОРТЕ В СИСТЕМЕ  
КОМПАС-ГРАФИК**

методическое пособие

Рязань 2023 г.

УДК 62-1.(075.8)  
ББК 65.291.591я73  
Б77

***Рецензенты:***

**Г.К.Рембалович** – доцент кафедры «Технологии конструкционных материалов, надежность и ремонт машин», ФГБОУ ВО РГАТУ, доктор технических наук;  
**И.И.Кашеев** – старший преподаватель кафедры «Строительства инженерных сооружений и механика» ФГБОУ ВО РГАТУ.

**Компьютерное моделирование на транспорте в системе компас-график//**  
**Б77** метод. пособие/ А.И.Бойко, С.Н.Борычев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. – 136 с.

Методическое пособие включает в себя 7 лабораторных работ, выполняемых студентами по курсу «Компьютерное моделирование на транспорте». Каждая из которых включает в себя практические рекомендации по выполнению графических построений, порядку выполнения работы и составления отчета. Методическое пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: 23.03.01 – Технология транспортных процессов , профилей: "\_Организация перевозок на автомобильном транспорте ".

Методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры СИСиМ протокол № 8 от 22.03.2023 г.

Зав. кафедрой, д.т.н., профессор



С.Н. Борычев

ББК 65.291.591я73  
© Бойко А.И., Борычев С.Н.

## Содержание

...	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №1 «Интерфейс системы Компас-график и работа с ним»	7
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №2 «Команды построения геометрических объектов»	19
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №3 «Команды выделения»	53
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №4 «Команды редактирования»	67
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №5 «Команды простановки размеров»	83
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №6 «Команды простановки обозначений»	98
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №7. «Создание и оформление чертежа»	120
Библиографический список	134

## Введение

Система КОМПАС-3D - это мощная, динамично развивающаяся инженерная система автоматизации проектирования самых разнообразных объектов: от простейших деталей, узлов до сложных машиностроительных, архитектурных и строительных объектов.

Система КОМПАС-3D позволяет автоматизировать процесс разработки изделий путем параметрического моделирования, которое управляет взаимным расположением элементов конструкции и автоматически обновляет модели и чертежи в процессе внесения в них изменений. Имея такие мощные возможности, система позволяет повысить производительность проектирования в несколько раз.

Система КОМПАС-3D включает в себя три основные компоненты:

- систему трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D;
- чертежно-графический редактор КОМПАС-ГРАФИК;
- систему проектирования спецификаций.

*Система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D* предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы.

*Чертежно-графический редактор КОМПАС-ГРАФИК* предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем - везде, где необходимо разрабатывать и выпускать чертежную и текстовую документацию.

*Система проектирования спецификаций* предназначена для выпуска разнообразных спецификаций, ведомостей и прочих табличных документов.

В дальнейшем нашей целью будет изучить один из главных компонентов системы КОМПАС-3D: КОМПАС-ГРАФИК.

КОМПАС-ГРАФИК обеспечивает эффективную автоматизацию проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. В машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем -езде, где необходимо разрабатывать и выпускать графические и текстовые документы.

Графический редактор позволяет разрабатывать и выпускать различные документы - эскизы, чертежи, схемы, плакаты и т. д.

КОМПАС-ГРАФИК позволяет работать со всеми типами графических примитивов, необходимыми для выполнения любого построения. К ним относятся точки, прямые, отрезки, окружности, эллипсы, дуги окружностей и эллипсов, многоугольники, ломаные линии, кривые NURBS (в том числе кривые Безье). Разнообразные способы и режимы построения этих примитивов (например, команды создания фасок, скруглений, эквидистант, построения отрезков и окружностей, касательных к объектам и т. п.) избавляют пользователя от необходимости производить сложные вспомогательные построения. Для ускорения построений можно использовать локальные системы координат, разномасштабную сетку и механизм глобальных и локальных объектных привязок.

В графический документ может быть вставлено растровое изображение формата BMP, PCX, DCX, JPEG, TIFF.

Возможна также запись любого КОМПАС-документа в растровый файл. Получение таких файлов может потребоваться, например, для полиграфического воспроизведения документации. Поддерживаются следующие растровые форматы: BMP, TIFF, GIF, JPEG, PNG, TGA. При этом можно настроить различные параметры записи: масштаб, количество цветов, разрешение и др.

Одной из самых сильных сторон КОМПАС-ГРАФИК традиционно является полная поддержка ЕСКД. Поддерживаются стандартные (соответствующие ЕСКД) и пользовательские стили линий и штриховок. Реализованы все типы линейных, угловых, радиальных и диаметральных размеров (включая наклонные размеры, размеры высоты и размеры дуги). Автоматически выполняются простановка допусков и подбор качества по заданным предельным отклонениям. Среди объектов оформления - все типы шероховатостей, линий-выносок, обозначения баз, допусков формы и расположения поверхностей, линии разреза, сечения, стрелки направления взгляда, штриховки, тексты, таблицы.

Реалистичный режим заполнения граф основной надписи и текста технических требований облегчает оформление документа. В комплект поставки КОМПАС-ГРАФИК входит библиотека стандартных основных надписей графических документов; возможно создание пользовательских основных надписей. КОМПАС-ГРАФИК обеспечивает пользователя всеми инструментами, необходимыми для редактирования чертежа. Выполняются операции сдвига, копирования, поворота, масштабирования, симметричного отображения, деформации, удаления, выравнивания. Поддерживается перенос и копирование объектов через буфер обмена, перетаскивание мышью характерных точек объектов.

# Лабораторное занятие №1

## Интерфейс системы Компас-график и работа с ним»

### 1.1. Пуск системы КОМПАС-3D

Пуск системы КОМПАС-3D может быть осуществлен несколькими способами (MS Windows).

#### Первый способ:

■ найдите на рабочем столе операционной системы ярлык системы *КОМПАС-3D* и щелкните по нему один (два) раза левой кнопкой мыши.

#### Второй способ:

■ щелкните на рабочем столе операционной системы левой кнопкой мыши по кнопке *Пуск*, расположенной в нижнем левом углу рабочего стола.

■ далее наведите курсор во всплывающем меню на пункт *Программы*, затем *Аксон*, далее *КОМПАС-3DV...* и *КОМПАС-3D V...*

(*Пуск-> Программы- Аксон КОМПАС-3D..->КОМПАС-3DV...*)

#### Третий способ:

■ необходимо найдите файл, который поддерживается системой *КОМПАС3D* и щелкните по нему один (два) раза левой кнопкой мыши, автоматически произойдет запуск программы.

В результате запуска системы появится диалоговое окно *Вид приложений* (рис. 1.1), выбираем стиль приложения который будет использоваться и нажимаем *ОК*.

Далее создаем новый документ, нажимаем (ctrl+N) на клавиатуре, на панели инструментов *Стандартная*, или щелкните *Файл Создать*. В результате появится диалоговое окно *Новый документ* (рис.1.2), где к компоненту КОМПАС-ГРАФИК относятся документы *Чертеж* и *Фрагмент*. Выбираем *Чертеж* :и нажимаем *ОК*.

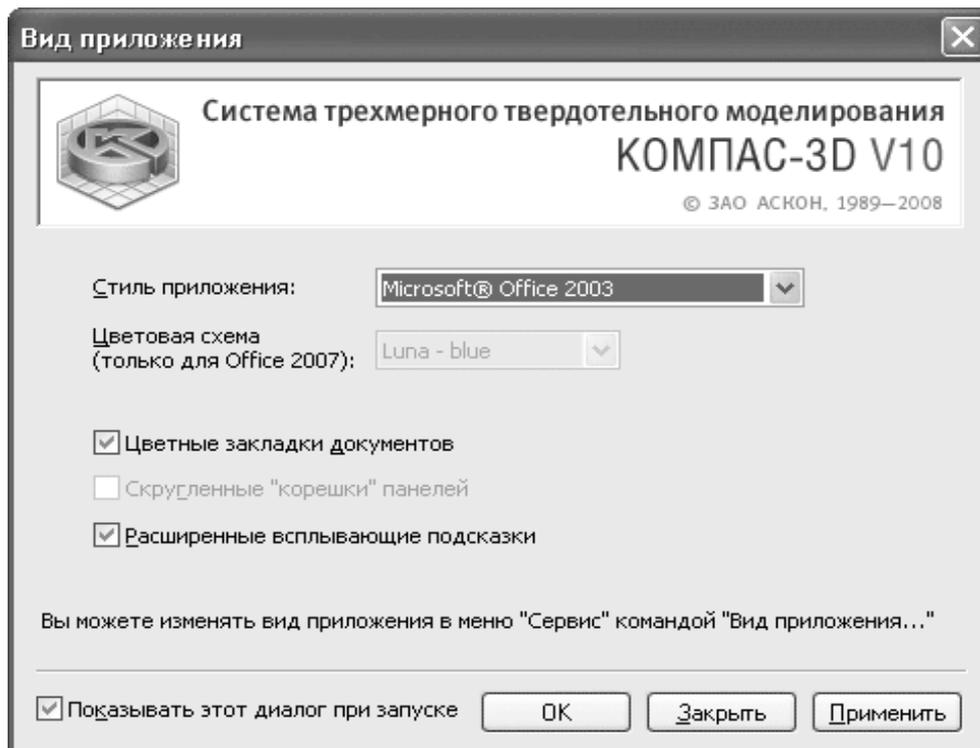


Рисунок 1.1. Диалоговое окно Вид приложения

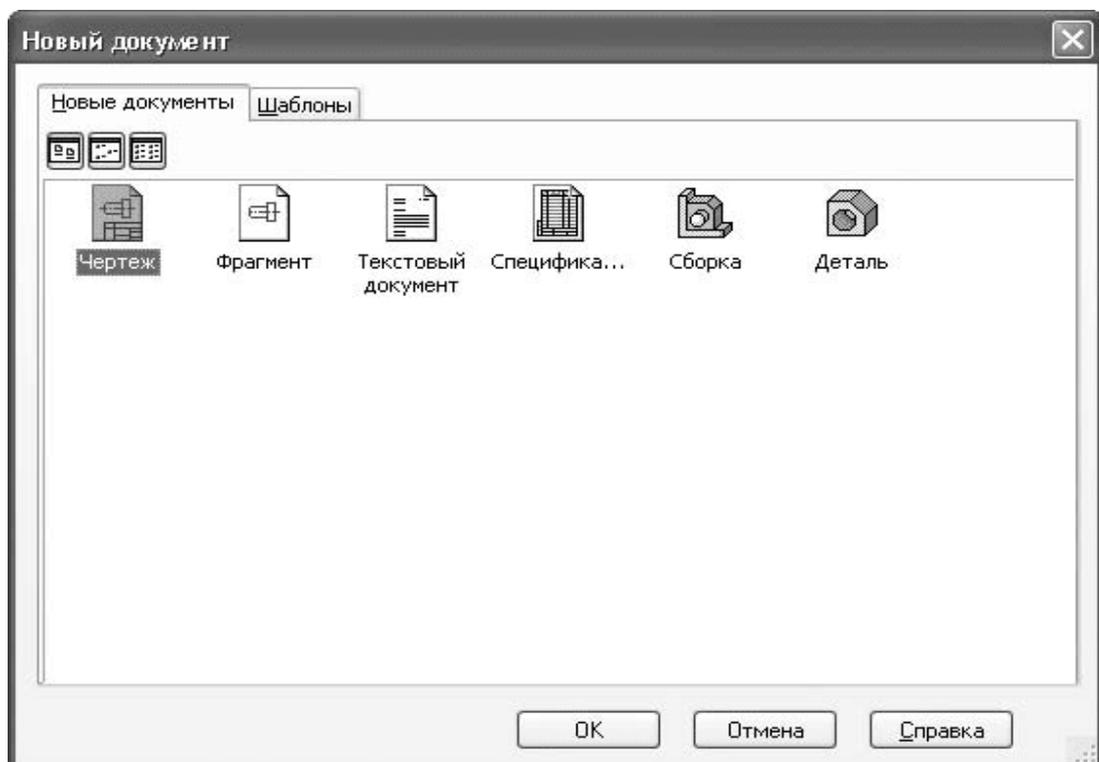


Рисунок 1.2. Окно выбора создания документа

## 1.2. Структура интерфейса системы КОМПАС-3D

*Интерфейсом называется оболочка программы продукта, осуществляющая взаимосвязь между пользователем и ядром программы*

Система КОМПАС-3D имеет несколько режимов работы, каждый из которых имеет специализированный интерфейс — главное окно. Режимов работы шесть: Чертеж, Фрагмент, Текстовый документ, Спецификация, Сборка и Деталь (рис 1.2). Так как нами разбирается работа в КОМПАС-ГРАФИК, то изучим главное окно Чертежа, которое мало отличается от главного окна Фрагмента.

Нами было ранее запущен Чертеж, разберем структуру его главного окна (рис. 1.3). В верхней строке главного окна - *заголовке окна* - дается название и номер версии системы - КОМПАС-3DV.... Далее в квадратных скобках указывается тип открытого документа имя файла (документа), с которым в настоящее время работает система.

Во второй строке главного окна расположены:

- в начале строки - пиктограмма вызова всплывающего меню для управления окном;
- пункты *главного меню* для выбранного режима работы;
- в конце строки - кнопки управления окном.

В третьей и четвертой строках расположены соответственно *панели инструментов* Стандартная, Текущее состояние и Вид.

В середине экрана располагается рабочая область, в которой непосредственно выполняются все операции, связанные с построением, оформлением или редактированием нужного объекта. Все остальные элементы главного окна предназначены для обслуживания данной рабочей области системы.

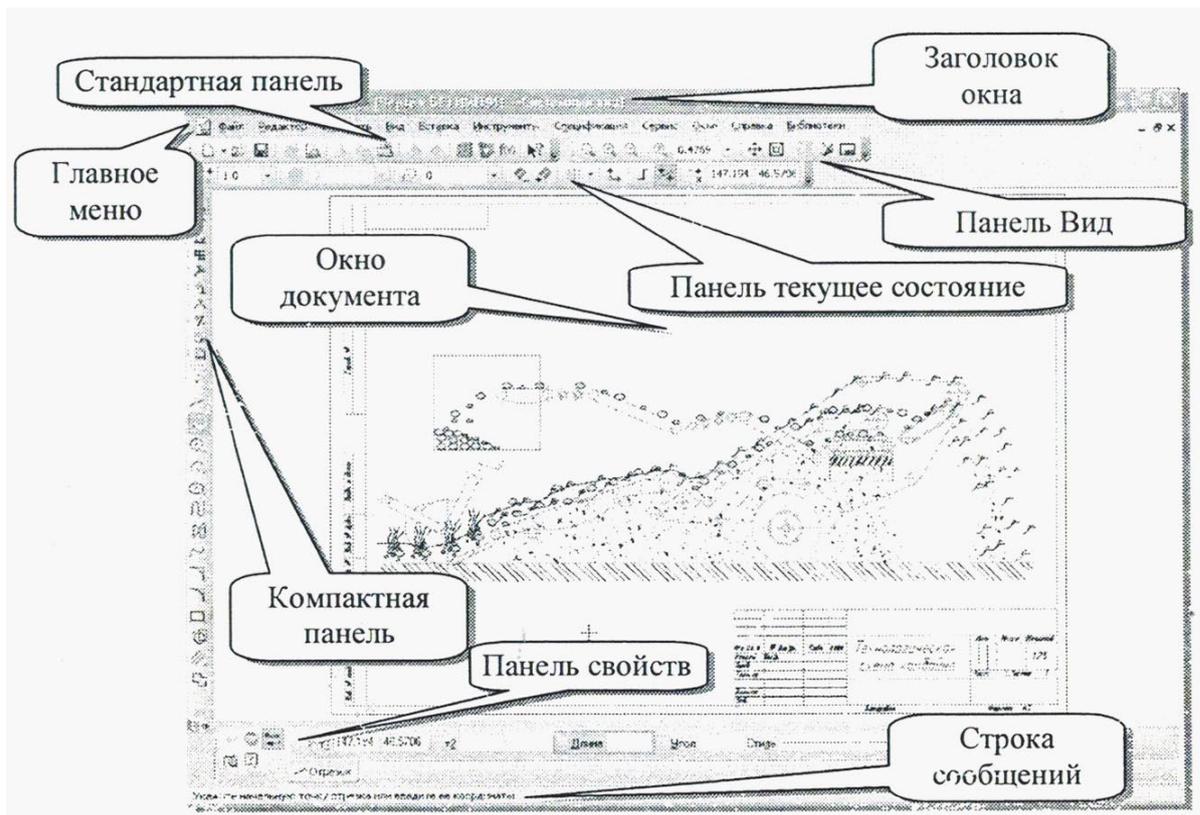


Рисунок 1.3. Элементы интерфейса в режиме создания чертежа.

В любой части экрана, по желанию пользователя, может располагаться *Компактная панель*.

Внизу, вверху, слева или справа рабочей области может располагаться, по мере необходимости, *Панель свойств*.

Самая нижняя строка главного окна системы - *Строка сообщений*. В ней выводятся сообщения системы, относящиеся к выполнению текущей команды или к тому элементу рабочего окна, на который указывает курсор.

### 1.2.1. Панели инструментов

Для облегчения работы в системе имеются многочисленные панели инструментов с кнопками, которые соответствуют определенным командам системы.

Если указатель мыши задержать на какой-либо кнопке панели инструментов, через некоторое время появится название этой кнопки, а в строке состояний кратко расшифруется действие этой кнопки. Для использования

кнопки панели инструментов установите на нее указатель мыши и щелкните левой кнопкой.

При любом режиме работы системы желательно, чтобы в главном окне присутствовали три панели инструментов: Стандартная, Вид и Текущее состояние.

Панель инструментов **Стандартная** показана на рис. 1.4



Рисунок 1.4. Панель инструментов Стандартная.

Панель инструментов *Стандартная* включает следующий набор кнопок:

1. *Создать* - вызывает на экран диалоговое окно *Новый документ* для создания нового КОМПАС-документа;

2. *Открыть* - вызывает диалоговое окно *Выберите файлы для открытия*, с помощью которого можно выбрать и открыть нужный файл;

3. *Сохранить* - вызывает диалоговое окно *Выберите файлы для записи*, с помощью которого можно сохранить файл. Действие кнопки аналогично действию пунктов меню *Файл-Сохранить*;

4. *Печать* - позволяет настроить параметры вывода текстового документа или спецификации на печать;

5. *Предварительный просмотр* - позволяет перейти в режим предварительного просмотра и печати документов;

6. *Вырезать* - удаляет выделенные объекты и помещает их в буфер обмена данными;

7. *Копировать* - действует точно также, что и кнопка *Вырезать*, только выделенные объекты остаются на месте;

8. *Вставить* - позволяет вставлять копию содержимого буфера обмена в активный документ;

9. *Отменить* - отменяет предыдущее действие пользователя, если это возможно;

10. *Повторить* - восстанавливает отмененное действие пользователем, если это возможно;

11. *Менеджер библиотек* - включает или отключает отображение на экране *Менеджера библиотек*.

12. *Переменные* - включает или отключает отображение на экране диалоговое окно *Переменные* для работы с переменными и уравнениями графического документа *Эскиз* и переменными документа *Модель*;

13. *Справка* - позволяет получить справку по командам, кнопкам и другим элементам интерфейса КОМПАС-3D;

14. *Другие кнопки* - вызывает всплывающее меню с одним пунктом *Добавить/удалить кнопки*.

Панель инструментов *Вид* зависит от режима, в котором работает система, для режима *Чертеж* и *Фрагмент* панель выглядит, как показано на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5. Панель инструментов Вид.

Панель инструментов *Вид* включает кнопки:

1. *Увеличить масштаб рамкой* - позволяет изменить масштаб отображения в активном окне с помощью прямоугольной рамки;

2. *Уменьшить масштаб* - позволяет увеличить масштаб отображения в активном окне в 1,2 раза по умолчанию;

3. *Уменьшить масштаб* - позволяет уменьшить масштаб отображения в активном окне в 1,2 раза по умолчанию;

4. *Текущий масштаб* - показывает в текстовом поле справа текущий масштаб отображения в активном окне;

*Сдвинуть* - позволяет сдвинуть изображение в активном окне. После щелчка по кнопке *Сдвинуть* форма курсора изменится. Она превратится в четырех стороннюю стрелку. Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее нажатой, перемещайте курсор. Вслед за движением курсора будет перемещаться изображение;

5. *Приблизить/отдалить изображение* - позволяет плавно менять масштаб, приближая или отдаляя изображение. Нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор в вертикальном направлении. При движении курсора вверх изображение будет плавно увеличиваться, в обратном

направлении - уменьшаться;

7. *Перестроить* позволяет перестроить и/или переместить объекты так, чтобы их форма, параметры и положение соответствовали положению опорных объектов и не противоречили наложенным на них сопряжениям;

8. *Обновить изображение* - позволяет обновить изображение в активном окне;

9. *Показать все* - изменяет масштаб отображения в активном окне таким образом, чтобы в нем был виден полностью весь документ.

Панель инструментов *Текущее состояние* зависит от режима, в котором работает система, в режиме *Чертежа* и *Фрагмента* панель выглядит так, как показано на рисунке 1.6.

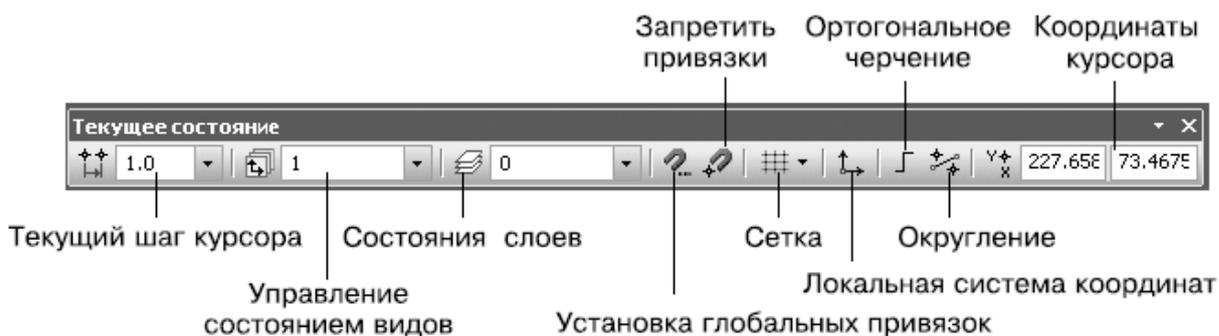


Рисунок 1.6. Панель инструментов Текущее состояние.

Она включает многочисленные кнопки:

1. *Текущий шаг курсора* - в поле справа отображается значение шага курсора, то есть расстояние, на которое переместится курсор при однократном нажатии клавиши перемещения (любой из клавиш со стрелками). Можно ввести или выбрать из списка другое значение шага;

2. *Состояния видов* - выводит на экран диалоговое окно *Менеджер документа*, в котором можно изменить параметры существующих видов и создать новые виды;

3. *Состояния видов* - выводит на экран список состояний видов;

4. *Состояния слоев* - выводит на экран диалоговое окно *Менеджер документа*, в котором можно изменить параметры существующих слоев и создать новые слои;

5. *Установка глобальных привязок* - вызывает диалоговое

окно *Установка глобальных привязок*, в котором можно включить или отключить какие-либо глобальные привязки и настроить их работу;

6. *Запретить привязки* - отключает действие всех глобальных привязок;

7. *Сетка* - позволяет включить или выключить отображение вспомогательной сетки в активном окне;

8. *Локальная система координат* - позволяет создавать в текущем виде чертежа или во фрагменте различные локальные системы координат, устанавливая, любую из них в качестве текущей СК, а также изменять их параметры;

9 *Ортогональное черчение* - служит для перехода в режим ортогонального черчения;

10. *Округление* – включает /выключает округление линейных величин до значений, кратных шагу курсора;

11. *Координаты курсора* - отображают текущие значения координат курсора по осям в текущей системы координат.

### **1.3. Контекстное меню**

Контекстное меню предназначено для ускорения работы. Что бы его вызвать, надо нажать правую кнопку мыши в *окне документа*. В режиме *Чертеж* после нажатия, появится следующее контекстное меню (рис 1.7).

**Внимание!!!** Если появилось другое контекстное меню, проверьте:

1.Находитесь ли вы в режиме *Чертеж*: или *Фрагмент*.

2.Выключены ли команды (работающая команда обычно сопровождается наличием **Панели** свойств).

Остановимся на пункте *Параметры текущего чертежа* (рис 1.7). С помощью этого пункта можно изменить параметры листа, т. е. его формат и оформление. При нажатии на него появляется диалоговое окно *Параметры* (рис.1.8). Так же это диалоговое окно можно вызвать: *Сервис Параметры*. Далее следует выбрать вкладку *Текущий чертеж* (позиция 1), если активна другая. Затем нажать на прокрутку (позиция 2), что бы просмотреть скрытые позиции и нажать на пункт *Параметры первого листа* **Параметры листа**. Для изменения параметра листа необходимо левой кнопкой мыши нажать на *Формат* и в *Обозначение* выбрать необходимый формат листа. Положение

листа меняется в *Ориентация*. Для изменения оформления листа, нажмите левой кнопкой мыши на *Оформление* и затем на три точки (*выбрать*). В появившемся диалоговом окне *Выберите стиль оформления* можно выбрать различные стили оформления.

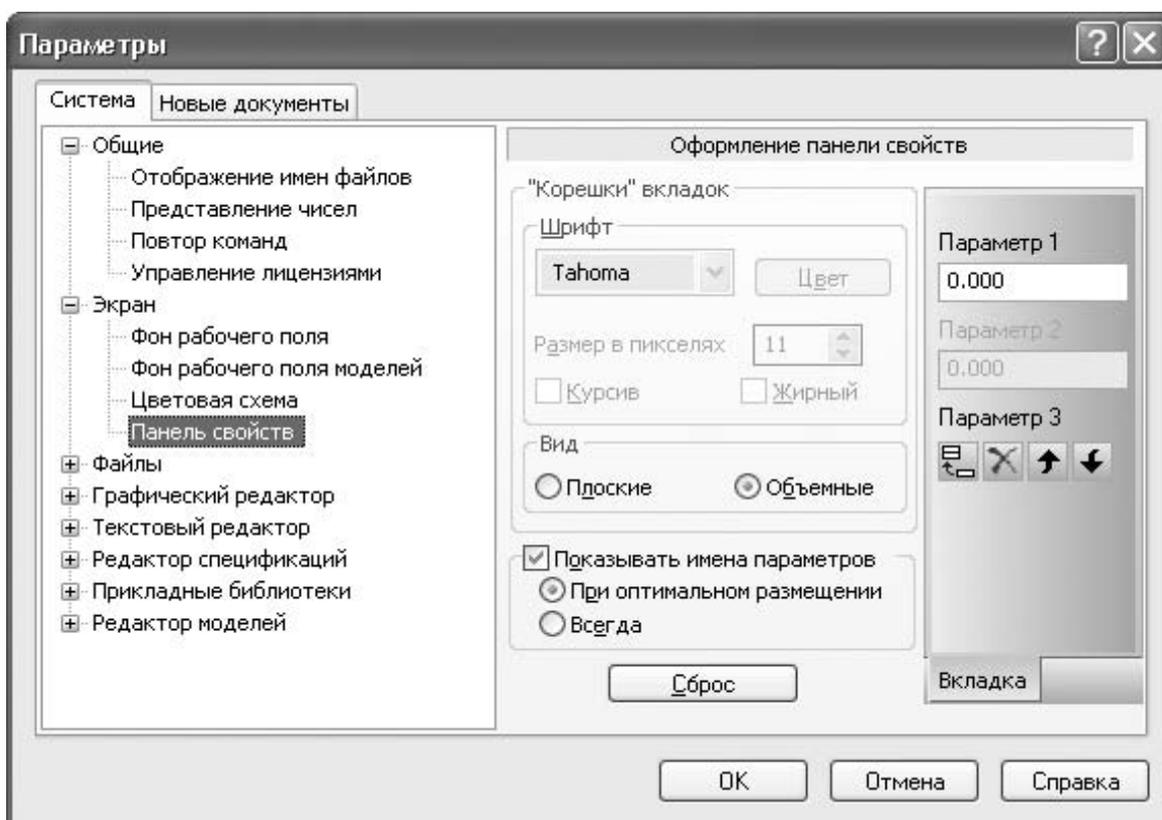


Рисунок 1.8 Параметры редактирования графических документов.

**Внимание!!!.** Если вы обладатель сокращенной версии КОМПАС-3D LT, и вам нужно создать *Текстовый документ* или *Спецификацию*, а у вас таких режимов нет, то их можно создать в режиме *Чертеж*. Для этого надо изменить стиль оформления, для спецификации на имя стиля «*Спецификация. Первый лист/Посл, лист ГОСТ 2.106-96 Ф1/Ф1а*» и для текстового документа на «*Без основной надписи*».

#### **1.4. Основные операции с документами 1.4.1. Создание нового документа**

Создать новый документ можно несколькими способами. Смотри выше, Запуск системы КОМПАС-3D.

#### **1.4.2. Сохранение документа**

Чтобы сохранить документ на диске:

- щелкните в главном меню по пункту *Файл*. Появится выпадающее меню, щелкните в нем по пункту *Сохранить* и присвойте файлу имя.

- или щелкните на панели инструментов *Стандартная* по кнопке *Сохранить* и присвойте файлу имя.

Для записи документа под другим именем, например, для ранее сохраненного документа:

- щелкните в главном меню по пункту *Файл*. Появится выпадающее меню, щелкните в нем по пункту *Сохранить как*. Появится диалоговое окно: укажите новое имя файла для записи.

#### **Внимание!!!**

Указывайте правильно имя файла и задавайте нужный путь/место его сохранения. Файлы можно сохранять с различными расширениями (*Тип файла*), для возможности работы файлов в других аналоговых программах и программах для просмотра изображений.

#### **1.4.3. Заккрытие документа и выход из программы**

Чтобы закрыть документ, щелкните в главном меню по пункту *Файл*, в появившемся меню по пункту *Закреть* или закрыть документ можно нажав «х» в строке *Заголовок окна*.

Если надо закрыть окно только одного документа, а остальные чтобы остались, необходимо нажать «х» в конце строки *Главное меню*.

#### **1.4.4. Вывод документа на печать (плоттер/принтер)**

Для вывода документа на печать, необходимо нажать на кнопку (*Предварительный просмотр*) или *Файл - Предварительный просмотр*. Появится окно предварительного просмотра перед выводом документа на печать (рис. 1.9). Затем необходимо настроить плоттер/принтер, параметры вывода. Если чертеж не помещается на один лист, формат который поддерживает плоттер/принтер (см. рис. 1.9), то следует уменьшить его масштаб. Лучше автоматически, нажимаем *Сервис-Подогнать*

масштаб, появится диалоговое окно *Подгонка масштаба документа* (рис. 1.10). Необходимо, чтобы в пункте *Общее количество страниц* было значение «1», для этого уменьшаем значение *Количество страниц по горизонтали* и *Количество страниц по вертикали* поочередно до получения необходимого результата и нажимаем *ОК*. Далее нажимаем значок принтера. Окно предварительного просмотра перед выводом документа на печать (рис. 1.9)

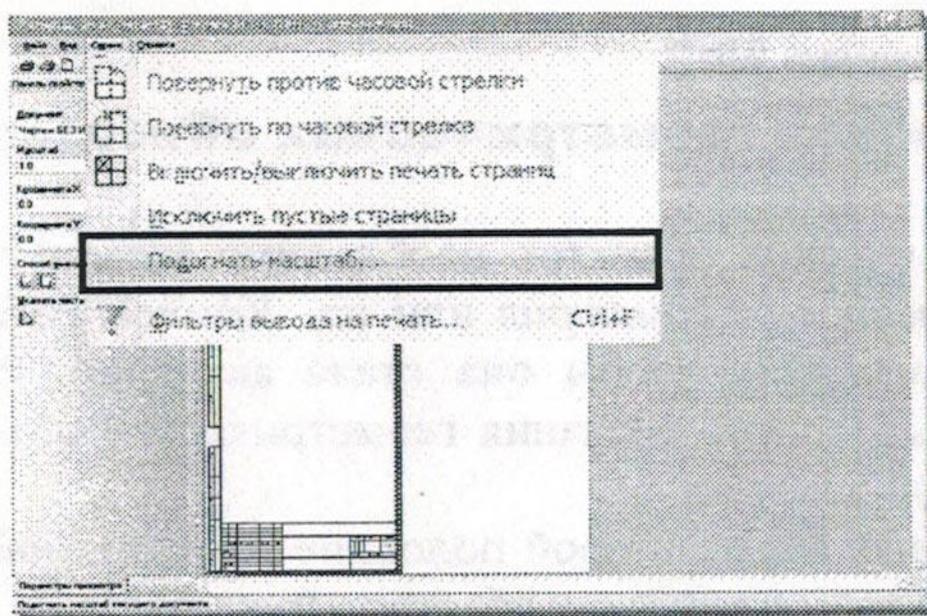


Рисунок 1.9. Окно предварительного просмотра.

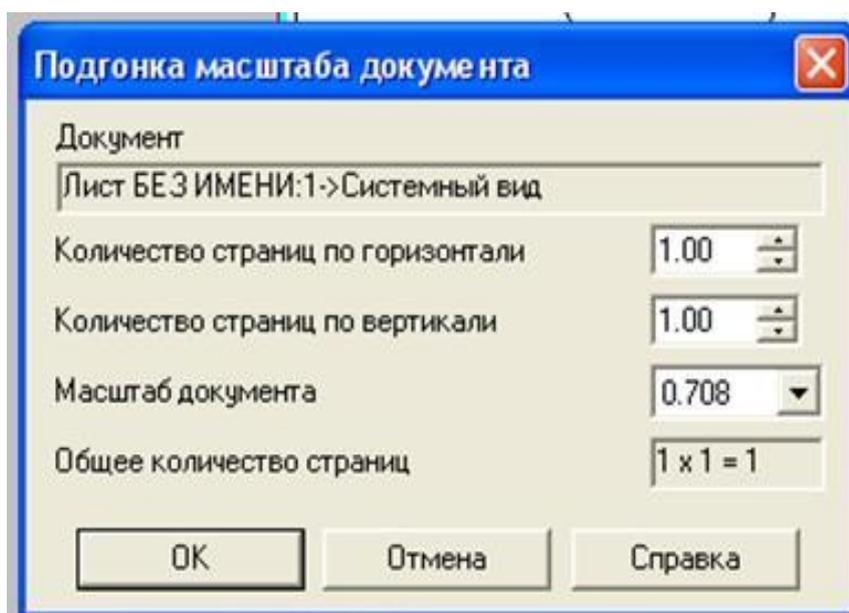


Рисунок 1.10. Диалоговое окно Подгонка масштаба документа.

### **Задание**

Создать три документа «*Чертеж*».

Первый документ - изменить формат листа на А3 расположение горизонтальное, стиль оформления не изменять. Заполнить штамп. Чтобы заполнить штамп, нажмите дважды по нему или наведите на него курсор и нажмите правую кнопку мыши, в появившемся контекстном меню выберете *Заполнить основную надпись*. По окончании заполнения штампа **обязательно** нажмите *Создать объект* на Панели свойств.

Второй документ - изменить стиль оформления на «*Спецификация. Первый лист, лист ГОСТ 2.106-96 Ф1*».

Третий документ - изменить стиль оформления на «*Без основной надписи*».

## Лабораторное занятие №2

### «Команды построения геометрических объектов»

Для создания геометрических объектов необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши на *Инструменты - Геометрия* или на *Компактной панели* нажать на кнопку  (*Геометрия*), чтобы она стала активной. Разберем наиболее быстрый и удобный способ создания геометрических объектов, а именно, работа с *Компактной панелью*.

После нажатия на кнопку  , во второй половине *Компактной панели* появляются кнопки создания геометрических объектов.

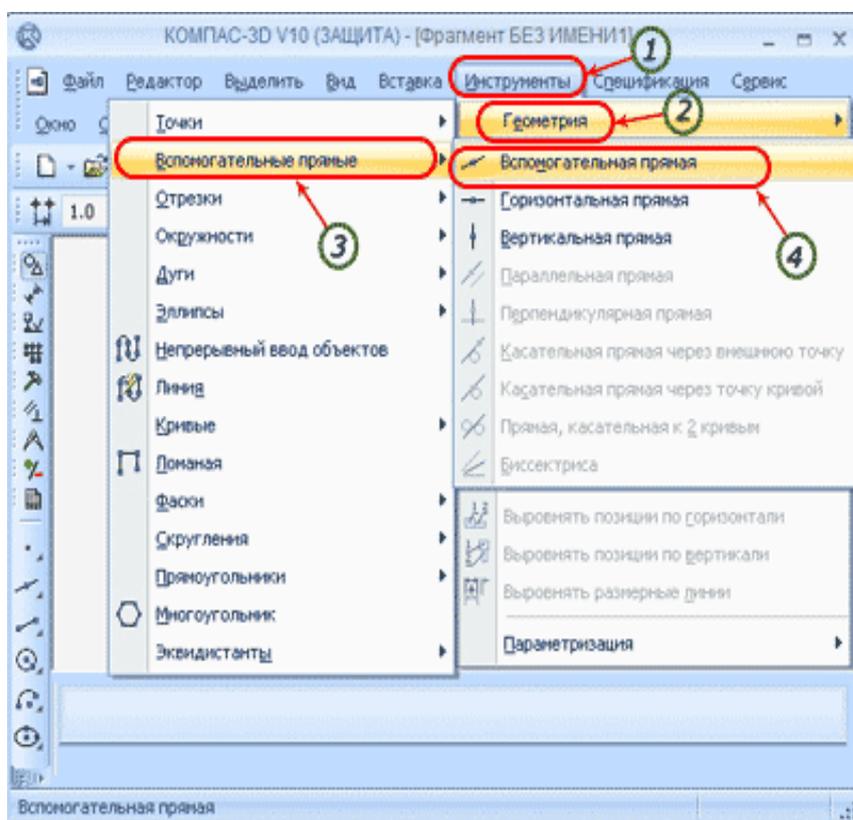


Рисунок 2.1 Панель геометрии.

Многие кнопки, находящиеся во второй половине *Компактной панели* - на панели инструментов, содержат маленькую стрелочку в правом нижнем углу. Эта стрелочка указывает, что возможен вызов расширенной (дополнительной панели) по данному объекту.

Чтобы вызвать дополнительную панель инструментов нужного объекта:

- щелкните по кнопке с нужным объектом и несколько задержите ее нажатой. Появится дополнительная панель инструментов для данного объекта. Дополнительная панель будет перпендикулярна исходной панели инструментов *Геометрия*;

- удерживая нажатой левую кнопку мыши, переместите указатель мыши на нужную вам кнопку и отпустите ее. Указанная кнопка станет на место кнопки, по которой был сделан щелчок мыши. Одновременно с вызовом объекта (команды) - щелчком по той или иной кнопке обеспечит вызов в главное окно соответствующей *Панели свойств*.

Для облегчения работы с системой используйте подсказки, которые появляются в *строке сообщений* после каждого вашего действия.

Для завершения выполнения команды щелкните на *Панели свойств* по кнопке (*Прервать команду*) или нажмите клавишу Esc.

Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора в полях на *Панели свойств*.

Если на *Панели свойств* присутствует группа переключателей *Оси*, то она управляет отрисовкой осей симметрии объекта (например, построение окружности).

После ввода каждого параметра объекта в полях *Панели свойств* необходимо нажать клавишу *Enter* для фиксации ввода значений по каждому параметру. Рассмотрение кнопок и соответствующей ей команды начнем слева направо с учетом дополнительных панелей инструментов.

### 2.1. Построение точек

Объект Точка имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов представленную на рисунке 2.2.

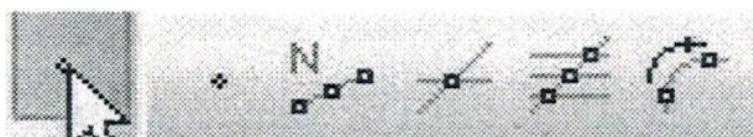
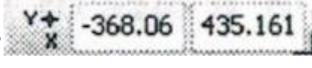
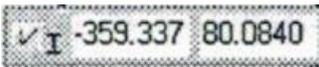


Рисунок 2.2. Расширенная панель Точка.

**2.1.1. Точка**—кнопка, щелчком по которой, вызывается *Панель свойств: Точка*. Она позволяет строить произвольно расположенную точку.

Для построения точки щелкните мышью на рабочем листе в месте установки точки или введите координаты точки на одноименной *Панели инструментов*  (Alt+x). Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора для поля на *Панели свойств: Точка*. 

**2.1.2. Точка по кривой** - кнопка, щелчком по которой, вызывается соответствующая *Панель свойств*. Она позволяет построить несколько точек, равномерно расположенных на какой-либо кривой.

Для построения *точек по кривой* установите *На панели свойств* в поле *Количество участков* необходимое значение, на которые проставленные точки должны разбить кривую, и щелкаем мышью по кривой, на которой должны быть равномерно распложены заданное число точек.

Если кривая не замкнута, точки будут построены сразу после ее указания. Первая точка будет совпадать с начальной точкой кривой, последняя - с конечной.

Если кривая замкнута, то после ее указания требуется задать положение первой точки на ней (*определить точку т.1*).

Если указанная точка не принадлежит выбранной кривой, то положение первой точки будет определяться проекцией указанной точки на кривую.

**2.1.3. Точки пересечения двух кривых** - она позволяет построить точки в гестах пересечений кривых.

Для построения точки пересечения двух кривых, щелкните мышью по первой кривой, она выделится красным цветом, затем щелкните мышью по второй кривой, она тоже выделится красным цветом. Одновременно появится точка пересечения двух кривых.

**2.1.4. Все точки пересечения кривой** — она позволяет построить точки в местах всех пересечений указанной кривой с другими кривыми.

Для построения всех точек пересечения кривой, щелкните мышью по первой кривой, она выделится красным цветом, затем щелкните мышью по второй кривой, и она выделится красным цветом. Одновременно появится точка пересечения двух кривых. Щелкните мышью по третьей кривой. Она также выделится красным цветом. Одновременно появится точка пересечения третьей кривой и первой. И так далее.

**2.1.5.  Точка на заданном расстоянии** она позволяет построить точки на кривой, находящиеся на заданном расстоянии от указанной точки на этой же кривой (базовой точки) и друг от друга.

Для построения точки на заданном расстоянии, введите на *Панели свойств: Точка на заданном расстоянии* в поле *Количество точек* количество точек, которые требуется создать, щелкните мышью по кривой, на которой должны быть расположены заданное число точек. Она выделится красным цветом, затем щелкните на кривой в месте расположения базовой точки - точки т.1. Если указанная точка не принадлежит выбранной кривой, то положение базовой точки будет определяться проекцией указанной точки на кривую и введите на *Панели свойств: Точка на заданном расстоянии* в поле *Расстояние* между базовой точкой и первой создаваемой точкой. Если создается несколько точек, то указанное значение будет определять также расстояния между ними. При перемещении курсора в разные стороны от базовой точки на экране отображаются фантомы точки (точек), которые могут быть построены. Щелкните по нужному вам фантому для его фиксации.

## **2.2. Построение вспомогательных прямых**

В системе Компас имеется большой набор вспомогательных прямых, которые широко используются для построения чертежей.

Объект *вспомогательные прямые* имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов представленную на рисунке 2.3.

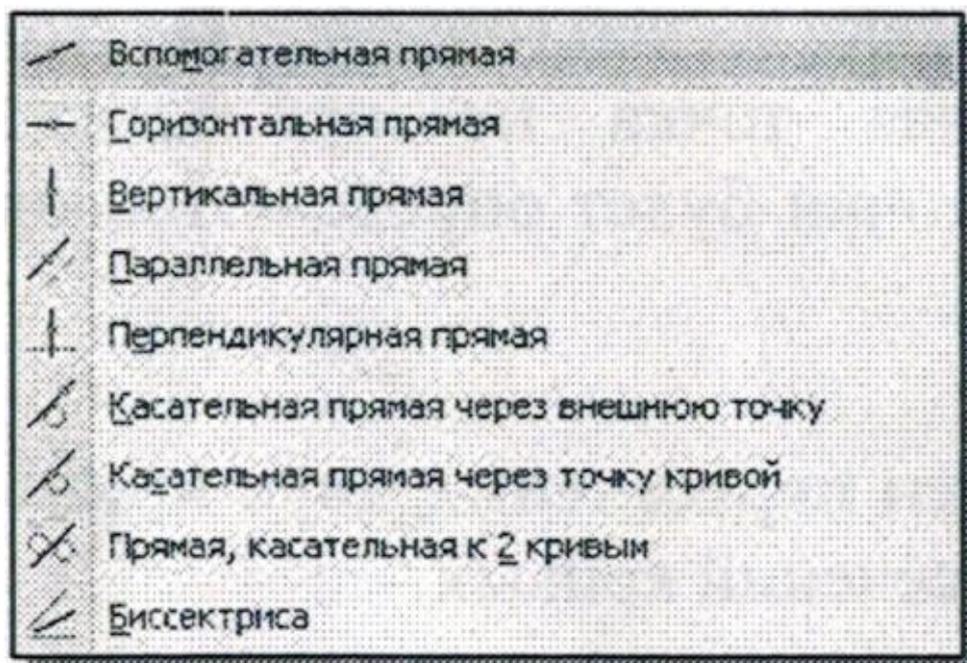


Рисунок 2.3. Расширенная панель Вспомогательных прямых

### 2.2.1. Построение вспомогательной прямой

Для построения вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  (*Вспомогательная прямая*) и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: «Укажите первую точку вспомогательной прямой или введите ее координаты».

Затем переместите указатель мыши в местоположение первой точки вспомогательной прямой и щелкните мышью. В строке сообщений появится подсказка: «Укажите вторую точку вспомогательной прямой или введите координаты», переместите указатель мыши в местоположение второй точки вспомогательной прямой и щелкните мышью, вспомогательная прямая построена. Нажимаем завершить или Esc для выхода из команды.

### 2.2.2. Построение горизонтальной прямой

Для построения горизонтальной вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  (*Горизонтальная прямая*) и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: «Укажите точку на вспомогательной прямой или введите ее координаты».

Переместите указатель мыши в точку, через которую должна пройти вспомогательная прямая и щелкните мышью. Появится горизонтальная вспомогательная прямая. Нажимаем завершить или Esc для выхода из команды.

### **2.2.3. Построение вертикальной прямой**

Для построения вертикальной вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  (*Вертикальная прямая*) и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: «Укажите точку на вспомогательной прямой или введите ее координаты».

Переместите указатель мыши в точку, через которую должна пройти вспомогательная прямая и щелкните мышью. Появится вертикальная вспомогательная прямая. Нажимаем завершить или Esc для выхода из команды.

### **2.2.4. Построение параллельной прямой**

Для построения параллельной вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  (*Параллельная прямая*) и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: «Укажите отрезок или прямую для построения параллельной прямой».

Переместите указатель мыши на отрезок или прямую, относительно которой должна быть построена параллельная прямая. Она высветится красным цветом. Появятся фантомы двух параллельных прямых. Они располагаются по разные стороны от указанного отрезка. При этом один фантом будет сплошной, а другой пунктирный. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите точку на прямой или введите координаты»*.

Затем введите на клавиатуре значение расстояния от указанной прямой до строящейся параллельной прямой, и нажмите клавишу Enter. Зафиксируется первый фантом параллельной прямой, который был выделен сплошной линией, если нужно зафиксировать второй фантом еще раз нажмите Enter, если нет, выйдите из команды.

#### **2.2.5. Построение перпендикулярной прямой**

Для построения перпендикулярной вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  (*Перпендикулярная прямая*) и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите кривую для построения перпендикулярной прямой»*.

Переместите указатель мыши на отрезок или прямую, относительно которой должна быть построена перпендикулярная прямая, и щелкните мышью. Отрезок или прямая высветится красным цветом. Появится фантом перпендикулярной прямой. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите точку на вспомогательной прямой или введите ее координаты»*.

Щелкните мышью в нужном местоположении перпендикулярной прямой или наберите на клавиатуре значение координаты X, нажмите клавишу Tab, а затем наберите значение Y, и нажмите Enter. Появится искомая перпендикулярная прямая. Выйдите из команды.

**2.2.6. Построение касательной прямой через внешнюю точку.**

**Внимание!!!** Перед построением касательной прямой через внешнюю точку на эскизе, чертеже или фрагменте должна быть кривая (окружность, эллипс, кривая, и т. д.)

Для построения касательной прямой через внешнюю точку щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку (*Касательная прямая через внешнюю точку*) и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: «Укажите кривую для построения касательной прямой».

Переместите указатель мыши на кривую, допустим окружность. Она высветится красным цветом. Появятся фантомы двух касательных прямых. Они располагаются по разные стороны от указанной окружности. При этом один будет сплошной, а другой пунктирным. В строке сообщений появится подсказка: «Укажите точку на вспомогательной прямой или введите координаты».

Затем переместите указатель мыши на некоторое расстояние и щелкните мышью. Или введите координаты внешней точки с клавиатуры. Зафиксируется фантом касательной прямой, который был выделен сплошной линией. На нем появится квадратик с крестиком. Можно переместить указатель мыши на противоположный фантом и щелкнуть по нему мышью. Состояние фантомов изменится на противоположное, далее щелкните на *Специальной панели управления* по кнопке  *Создать объект*. Построится первая касательная прямая и выделится сплошной линией второй фантом прямой. На нем появится квадратик с крестиком. Если щелкнуть на *Специальной панели управления* еще раз по кнопке  (*Создать объект*), то появится и вторая касательная прямая.

По окончанию построения щелкните на *Панели специального управления* по кнопке  (*Прервать команду*) или нажмите клавишу *Esc*.

**2.2.7. Построение касательной прямой через точку на кривой** **Внимание!!!** Перед построением касательной

прямой через внешнюю точку на эскизе, чертеже или фрагменте должна быть кривая (окружность, эллипс, кривая, и т. д.)

Для построения касательной прямой через внешнюю точку щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  (*Касательная прямая через точку на кривой*) и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: «Укажите кривую для построения касательной прямой».

Переместите указатель мыши на кривую, в нашем примере, допустим окружность. Она высветится красным цветом. Появится фантом касательной прямой в указанной точке на кривой. В строке сообщений появится подсказка: «Укажите точку на вспомогательной прямой или введите координаты».

Переместите указатель мыши в нужную точку на кривой и щелкните мышью. Зафиксируется фантом касательной прямой, который был выделен сплошной линией. На нем появится квадратик с крестиком, затем введите с клавиатуры на *Панели свойств* в поле *Угол* значение угла касательной, например, 80. Это поле по предопределенному порядку ввода параметром находится в активном состоянии, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода. Появятся два фантома касательных прямых. Далее щелкните на *Специальной панели управления* по кнопке  (*Создать объект*). Построится первая касательная прямая и выделится сплошной линией второй фантом прямой. На нем появится квадратик с крестиком. Если щелкнуть на *Специальной панели управления* еще раз по кнопке  (*Создать объект*), то появится и вторая касательная прямая.

По окончании построения щелкните на *Панели специального управления* по кнопке  (*Прервать команду*) или нажмите клавишу *Esc*.

## **2.2.8. Построение прямой касательной к двум кривым**

Внимание!!! *Перед построением касательной прямой через внешнюю точку на эскизе, чертеже или фрагменте должна быть кривая (окружность, эллипс, кривая, и т. д)*

Для построения касательной прямой через внешнюю точку щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  (*Прямая касательная к 2 кривым*) и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите первую кривую для построения касательной прямой»*

Переместите указатель мыши на кривую, в нашем примере, допустим окружность. Она высветится красным цветом. В строке сообщения прямой подсказка: *«Укажите вторую кривую для построения касательной прямой»*. Далее переместите указатель мыши на вторую кривую, в нашем примере, допустим окружность. Он высветится красным цветом. Одновременно появятся все фантомы прямых касательных к указанным двум кривым. В строке сообщений появится подсказка: *«Щелкните левой кнопкой мыши на каком-либо варианте для создания объекта»*

Щелкните, например, на фантоме верхней касательной. Она станет сплошной и на ней появится квадратик с крестиком, затем щелкните на *Специальной панели управления* по кнопке  (*Создать объект*), а затем по кнопке  (*Прервать команду*) или нажмите клавишу *Esc*. Появится искомая прямая касательная двум указанным прямым.

### **2.2.9. Построение биссектрисы**

Внимание!!! *Перед построением биссектрисы в эскизе, чертеже или фрагменте должны быть не менее двух прямых или двух отрезков.*

Для построения касательной прямой через внешнюю точку щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите

нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  (*Биссектриса*) и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: «*Укажите первую прямую или отрезок для построения биссектрисы*»

Затем переместите указатель мыши на первый отрезок. Он высветится красным цветом. В строке сообщений появится подсказка: «*Укажите вторую прямую или отрезок для построения биссектрисы*». Далее переместите указатель мыши на второй отрезок. Он высветится красным цветом. Появится фантом биссектрисы. В строке сообщений появится подсказка: «*Создайте объект или измените его параметры*». Щелкните на *Специальной панели управления* по кнопке  (*Создать объект*), а затем по кнопке  *Прервать команду* или нажмите клавишу *Esc*.

### **2.3. Построение отрезков**

Команда **Отрезок** позволяет начертить один или несколько произвольно ориентированных отрезков. Вычерчивается отрезок с концами в двух указанных точках. При создании отрезков можно явно указывать положение характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Можно также вводить значения координат точек и другие параметры в полях *Панели свойств*. Команда *Отрезок* имеет панель расширенных команд, где можно выбрать нужный способ ввода отрезка: *Отрезок*, *Параллельный отрезок*, *Перпендикулярный отрезок*, *Касательный отрезок через внешнюю точку*, *Касательный отрезок через точку кривой*, *Отрезок касательный к двум кривым*. *Параллельный отрезок* *Перпендикулярный отрезок* *Касательный отрезок через внешнюю точку* *Касательный отрезок через точку кривой* *Отрезок, касательный к 2 кривым*.

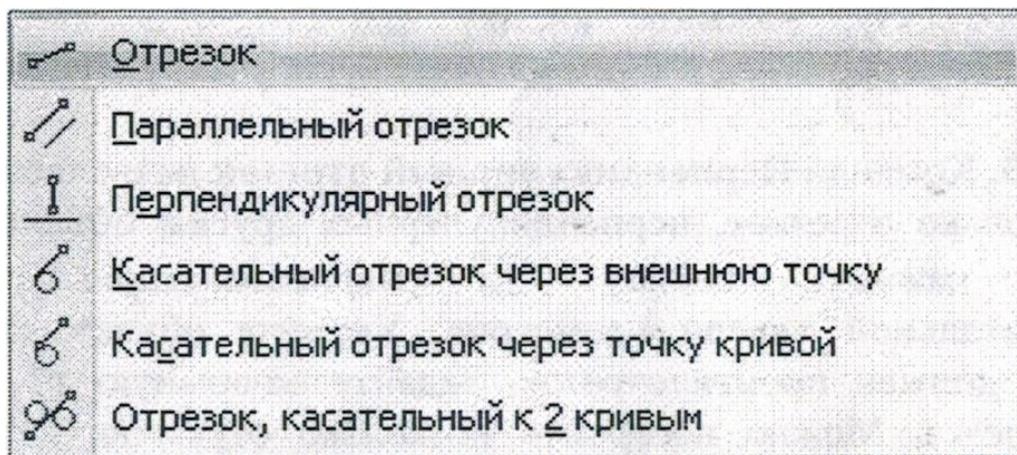


Рисунок 2.4. Расширенная панель Отрезка.

**2.3.1.** Для построения произвольного отрезка нажмите кнопку  *Отрезок* на инструментальной панели *Геометрия*, и не отпуская левой кнопки мыши, переместите курсор на отрезок (рис.2.5).

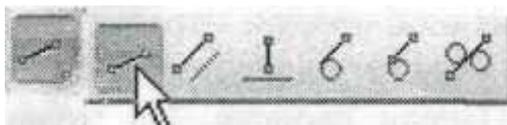


Рисунок 2.5. Расширенная панель Отрезок

Доступно 2 основных способа построения произвольного отрезка:

- 1) Задание начальной и конечной точек отрезка
- 2) задание начальной точки, длины и угла наклона отрезка

Если известны начальная т.1 и конечная т.2 точки отрезка, укажите их. При этом длина и угол наклона отрезка будут определены автоматически. Если известны начальная точка отрезка, его длина и угол наклона, задайте их любым способом и в любом порядке. Например, укажите курсором положение точки любое, затем в поле *длина* 100, и в *поле угол* 45.

Чтобы быстро построить несколько отрезков, начинающихся в одной точке, сделайте следующее. При построении самого первого отрезка укажите в качестве начальной точки общую для всех отрезков точку и нажмите кнопку (*Запомнить состояние*) на *Панели специального управления*. Затем последовательно постройте нужное количество отрезков, задавая их остальные параметры.

**2.3.2. Команда Параллельный отрезок** позволяет построить один или несколько отрезков, параллельных другим прямолинейным объектам. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Параллельный отрезок*) на инструментальной панели *Геометрия*. Укажите объект, параллельно которому должен пройти отрезок. Задайте начальную точку отрезка т.1. Расстояние от базового объекта до параллельного отрезка будет определено автоматически. Задайте длину отрезка и конечную точку отрезка т.2. Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора в полях т.1 и т.2 на Панели свойств. Здесь же можно выбрать стиль линии. Можно построить несколько отрезков, параллельных базовому объекту, не выходя из команды. Чтобы перейти к построению отрезков, параллельных другому объекту, нажмите кнопку (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, а затем укажите курсором нужный объект.

**2.3.3. Команда Перпендикулярный отрезок** позволяет построить один или несколько отрезков, перпендикулярных другим объектам. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Перпендикулярный отрезок*) на инструментальной панели *Геометрия*). Укажите объект, перпендикулярно которому должен пройти отрезок. Задайте начальную т.1 и конечную т.2 точки отрезка. Можно построить несколько отрезков, перпендикулярных базовому объекту, не выходя из команды.

**2.3.4. Команда Касательный отрезок через внешнюю точку** позволяет построить отрезок, касательный к другому объекту.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Касательный отрезок через внешнюю точку*) на инструментальной панели *Геометрия*. Укажите кривую, касательно к которой должен пройти отрезок. Затем укажите начальную точку отрезка т.1. По умолчанию конечной точкой отрезка является точка касания. Если необходимо, вы можете изменить длину отрезка, введя нужное значение в соответствующее поле Панели свойств. На экране появятся фантомы всех вариантов отрезков, касательных к выбранному объекту и проходящих через заданную точку. Выберите нужный фантом мышью или с помощью

кнопки (*Следующий объект*) и (*Предыдущий объект*) на Панели специального управления. Затем зафиксируйте выбранный фантом, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку (*Создать объект*).

**2.3.5.** Команда **Касательный отрезок** через точку кривой позволяет построить один или нескольких отрезков, касательных к другим (базовым) объектам и проходящих через указанные точки этих объектов. Для вызова команды нажмите кнопку (*Касательный отрезок через точку кривой*) на инструментальной панели Геометрия.

Доступно два способа построения касательных отрезков: задание точки касания и задание угла наклона касательной. Укажите объект (криволинейный), касательно к которому должен пройти отрезок, в точке касания т.2. Укажите точку т.1, определяющую длину отрезка. Зафиксируйте появившийся фантом касательного отрезка, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку  (*Создать объект*) на Панели специального управления.

**2.3.6.** Команда **Отрезок, касательный к двум кривым** позволяет построить отрезок, касательный к двум кривым. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Отрезок, касательный к 2 кривым*) на инструментальной панели Геометрия. Укажите первую и вторую кривые, касательно к которым должен пройти отрезок. По умолчанию система предлагает построение отрезков с концами в точках касания. При необходимости вы можете ввести нужное значение длины отрезка в соответствующее поле на Панели свойств. На экране будут показаны фантомы всех вариантов отрезков, касательных к указанным кривым. Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок  (*Следующий объект*) и  (*Предыдущий объект*) на Панели специального управления. Затем зафиксируйте выбранный отрезок, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку  (*Создать объект*) на Панели специального управления.

## 2.4. Построение окружностей

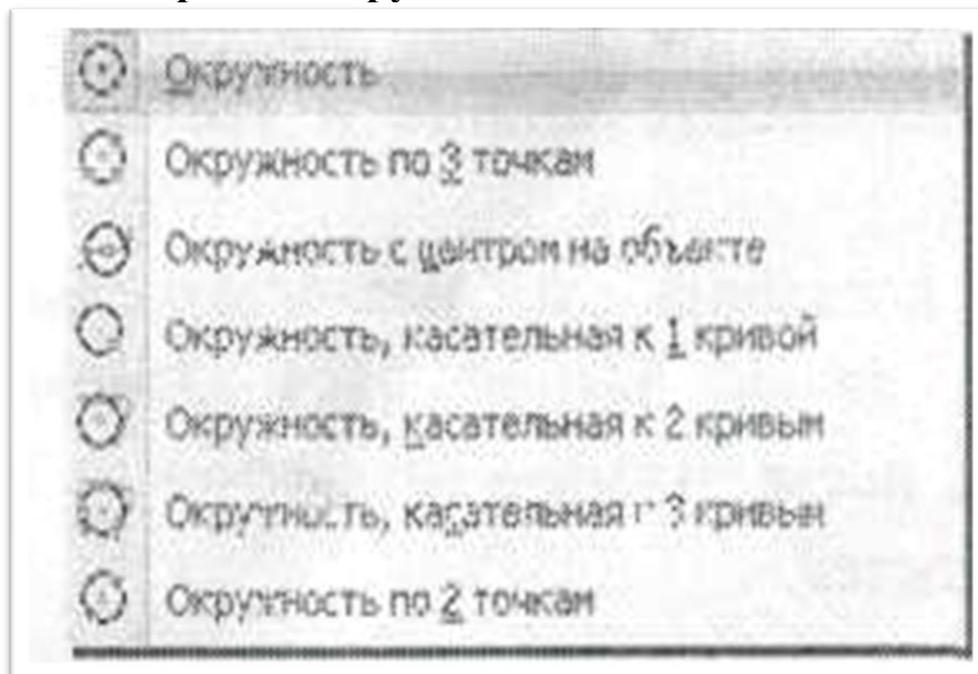


Рисунок 2.6. Расширенная панель окружности.

Команда *Окружности* позволяет начертить одну или несколько окружностей. Вычерчивается окружность с заданным центром, проходящая через указанную точку. При создании окружности можно явно указывать положение ее характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Можно также вводить значения радиуса, координат центра и точки на окружности в полях Панели свойств. Команда Окружности имеет панель расширенных команд:

*Окружность; Окружность по 3 точкам; Окружность с центром на объекте; Окружность, касательная к кривой; Окружность, касательная 2 кривым; Окружность, касательная к 3 кривым; Окружность по двум точкам*, где можно выбрать нужный способ ввода окружности (рис. 2.6).

**2.4.1.** Команда **Окружность** позволяет построить произвольную окружность.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Окружность*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью в местоположении

центра окружности или введите координаты центра окружности на *Панели свойств*, или же укажите точку, лежащую на окружности, или введите ее координаты в *Панели свойств*.

Чтобы построить несколько концентрических окружностей, укажите точку центра и щелкните по кнопке  |(Запомнить состояние) на *Панели специального управления*. Затем последовательно создавайте окружности, указывая лежащие на них точки. За один вызов команды можно построить произвольное число окружностей.

Окружность по умолчанию создается без осей, чтобы она создавалась с осями, нужно переключить на *Панели свойств* кнопку *Оси* с  (без осей) на  (с осями).

**2.4.2. Окружность по трем точкам** позволяет построить окружность, проходящую через три заданные точки.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Окружность*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью в местоположении первой точки или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты точки, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода, щелкните мышью в местоположении второй точки или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты точки, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода, щелкните мышью в местоположении третьей точки или введите на *Панели свойств* в поле т.3 координаты точки, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода.

Координаты центра окружности и ее радиус будут определены автоматически.

Если требуется построить несколько окружностей, проходящих через одну точку, укажите эту точку и щелкните по кнопке  (*Запомнить состояние*), а затем последовательно указывайте вторые и третьи точки нескольких окружностей.

Таким же способом можно построить и несколько разных окружностей, проходящих через две точки. Кнопку  (*Запомнить состояние*) в этом случае нужно нажать после задания двух точек, а затем указать третьи точки нескольких окружностей.

**2.4.3. Окружность с центром на объекте** позволяет построить окружность с центром на указанной кривой.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Окружность с центром на объекте*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните по объекту, на котором должен находиться центр окружности. Он выделится красным цветом, щелкните мышью в местоположении первой точки или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты точки, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода, щелкните мышью в местоположении второй точки или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты точки, и нажмите клавишу *Enter*. На экране появятся фантомы всех вариантов окружностей, проходящих через указанные точки т.1 и т.2 с центром на выбранном объекте.

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок  (*Следующий объект*) и (*Предыдущий объект*) на *Панели специального управления*, зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Чтобы перейти к построению окружностей с центром на другом объекте, щелкните по кнопке  (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, а затем укажите курсором новый базовый объект.

**2.4.4. Окружность, касательная к 1 кривой** позволяет построить окружность, касательную к заданной кривой.

Доступно два основных способа построения окружности, касательной к заданной кривой:

- задание двух точек, принадлежащих окружности;
- задание точки центра окружности.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Окружность, касательная к 1 кривой*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните по

кривой, которой должна касаться окружность. Она выделится красным цветом, и последовательно задайте точку т.1 и т.2, через которые должна проходить создаваемая окружность. Радиус окружности будет определен автоматически. На экране появятся фантомы всех окружностей, касательных к указанной кривой и проходящих через заданные точки.

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок  (*Следующий объект*) и  (*Предыдущий объект*) на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Чтобы перейти к построению окружностей, касательных к другому объекту, щелкните по кнопке  (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, а затем укажите курсором новый базовый объект.

**2.4.5. Окружность, касательная к двум кривым** позволяет построить окружность, касательную к двум указанным кривым.

Доступно два способа построения окружности, касательной к двум кривым:

- задание точки на окружности;
- задание радиуса окружности.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Окружность, касательная к 2 кривым*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните по первому объекту, которого должна касаться окружность. Он выделится красным цветом, затем щелкните по второму объекту, которого должна касаться окружность. Он также выделится красным цветом.

Задайте точку, через которую должна проходить создаваемая окружность, или радиус окружности, значение которого введите в поле *Радиус* на *Панели свойств*, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода. На экране появятся фантомы всех окружностей, касательных к указанным объектам и проходящих через заданную точку или окружности с заданным радиусом. Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок  (*Следующий объект*) и  (*Предыдущий объект*) на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью

или нажав кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Чтобы перейти к построению окружностей, касательных к другим объектам, щелкните по кнопке  (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, а затем укажите курсором новый базовый объект.

**2.4.6. Окружность, касательная к трем кривым** позволяет построить окружность, касательную к трем указанным кривым.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Окружность, касательная к 3 кривым*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните по первому объекту, которого должна касаться окружность. Он выделится красным цветом, затем щелкните по второму объекту, которого должна касаться окружность. Он также выделится красным цветом, и щелкните по третьему объекту, которого должна касаться окружность. Он выделится красным цветом. Если среди указанных объектов есть эллипс или сплайн, потребуется также указание примерного местоположения окружности. На экране появятся фантомы всех вариантов окружностей, касательных к указанным объектам

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок  (*Следующий объект*) и  (*Предыдущий объект*) на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Чтобы перейти к построению окружностей, касательных к другим объектам, щелкните по кнопке  (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, а затем укажите курсором новый базовый объект.

**2.4.7. Окружность по двум точкам** позволяет построить окружность, проходящую через две заданные точки.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Окружность по 2 точкам*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью в местоположении первой точки или введите на *Панели свойств* в поле *т.1* координаты точки, и нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода, затем щелкните мышью в местоположении второй точки или введите на *Панели свойств* в поле *т.2* координаты точки, и нажмите клавишу *Enter*. Появится окружность, проходящая через заданные точки, с диаметром, равным расстоянию между ними.

Если диаметр создаваемой окружности не должен равняться расстоянию между указываемыми точками, введите его в поле *Диаметр* на *Панели свойств*. Затем укажите точки, через которые должна пройти окружность.

За один вызов команды можно построить произвольное число окружностей.

## 2.5. Построение дуг

Объект **Дуга** имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.7.

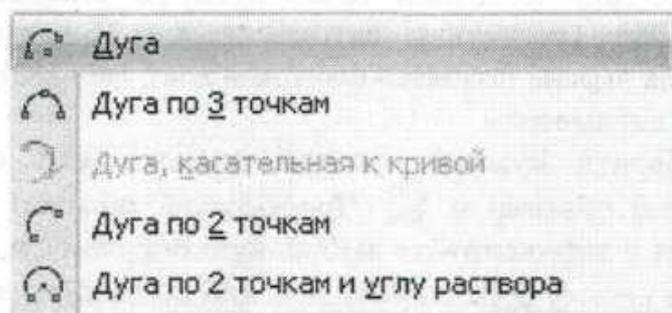


Рисунок 2.7. Расширенная панель инструментов объекта **Дуга**.

**2.5.1. Дуга** позволяет построить одну или несколько произвольных дуг окружности.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Дуга*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью в местоположении центр-радуги или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* координаты центра, и нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода. Затем щелкните мышью в местоположении начальной точки дуги и в местоположении конечной точки дуги.

Чтобы построить несколько дуг, имеющих одинаковый центр и величину радиуса, сделайте следующее. Укажите точку центра. Введите нужное значение радиуса в поле *Радиус* и зафиксируйте его, а затем щелкните по кнопке  (*Запомнить состояние*) на *Панели специального управления*. После этого указывайте их начальные и конечные точки;

**2.5.2. Дуга по трем точкам** позволяет построить дугу с указанными конечными точками и проходящей через заданную точку.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Дуга по 3 точкам*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью в местоположении начальной точки дуги, в местоположении средней точки дуги, и в местоположении конечной точки дуги.

Ввод точек дуги может производиться в любом порядке. Центр и радиус дуги будут рассчитаны автоматически.

Чтобы построить несколько дуг, выходящих из одной точки, введите начальную точку первой дуги и щелкните по кнопке  (*Запомнить состояние*) на *Панели специального управления*. После этого последовательно вводите дуги, задавая их вторую и третью точки.

**2.5.3. Дуга касательная к кривой** позволяет построить дугу, касательную к заданному объекту.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Дуга касательная к кривой*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью по объекту, которого должна касаться дуга. Он выделится красным цветом. Затем щелкните мышью в местоположении точки дуги т.1 и в местоположении конечной точки дуги т.2. Координаты центра дуги и ее радиус будут рассчитаны автоматически. Начальная точка дуги-точка касания. На экране появятся фантомы всех вариантов дуг, удовлетворяющих заданным параметрам.

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок  (*Следующий объект*) и  (*Предыдущий объект*) на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Чтобы перейти к построению дуг, касательных к другой кривой, щелкните по кнопке  (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, а затем укажите курсором новый базовый объект.

**2.5.4. Дуга по двум точкам** позволяет построить дугу с указанными конечными точками.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Дуга по 2 точкам*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее введите значение радиуса создаваемой дуги в поле *Радиус* на *Панели свойств*. Затем щелкните мышью в местоположении начальной точки дуги т. 1 и в местоположении конечной точки дуги т.2. Появятся фантомы дуг с указанными параметрами.

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок  (*Следующий объект*) и  (*Предыдущий объект*) на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Можно создать дугу по двум точкам, не вводя точное значение радиуса. В этом случае будет построена дуга с углом раствора 180 градусов и радиусом, равным половине расстояния между указанными точками.

**2.5.5. Дуга по двум точкам и углу раствора** позволяет построить одну или несколько дуг, начинающихся и заканчивающихся в указанных точках и имеющих заданный угол раствора

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Дуга по двум точкам и углу раствора*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее введите значение в поле *Угол* *Панели свойств* раствор дуги (по умолчанию она равна 90°). Затем щелкните мышью в местоположении начальной точки дуги т.1 и щелкните

мышью в местоположении конечной точки дуги т.2. Появится искомая дуга с указанными параметрам.

Координаты центральной точки дуги и ее радиус будут рассчитаны автоматически.

## 2.6. Построение эллипсов

Объект Эллипс имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис 2.8.

**2.6.1.Эллипс** позволяет построить произвольный эллипс.

Для построения эллипса по центру и двум точкам нажмите кнопку  (*Эллипс*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее введите центральную точку эллипса в поле *Угол Панели свойств* значение раствора дуги. Затем щелкните мышью в местоположении конечной точки первой полуоси т.1 и в местоположении конечной точки второй полуоси т.2.

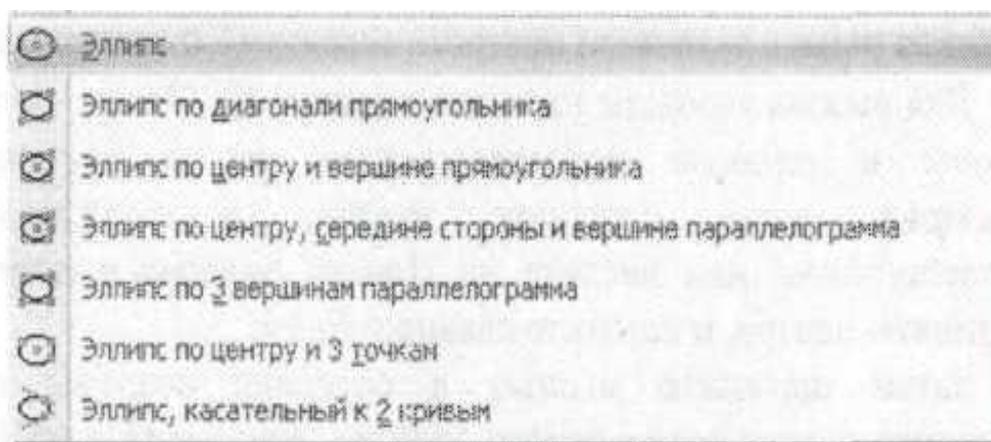


Рисунок 2.8. Расширенная панель инструментов объекта Эллипс.

**2.6.2.Эллипс по диагонали прямоугольника** позволяет построить эллипс, вписанный в прямоугольник с заданной диагональю.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Эллипс по диагонали прямоугольника*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее введите на *Панели свойств* в поле *Угол*

наклона первой полуоси значение угла наклона первой полуоси (по умолчанию он равен 0 градусам).

Затем щелкните мышью в местоположении начальной точки диагонали прямоугольника т.1 или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты этой точки, и в местоположении конечной точки диагонали прямоугольника т.2 или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты этой точки. (Не забываем после каждого ввода координат точек, нажимать *Enter*). Длины полуосей эллипса будут рассчитаны автоматически.

**2.6.3. Эллипс по центру и вершине прямоугольника** позволяет построить эллипс, вписанный в прямоугольник с заданным центром и вершиной.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Эллипс по центру и вершине прямоугольника*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее введите на *Панели свойств* в поле *Угол* наклона первой полуоси значение угла наклона первой полуоси (по умолчанию он равен 0 градусам); Затем щелкните мышью в местоположении центра прямоугольника или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* эллипса координаты центра, и нажмите клавишу *Enter*. Щелкните мышью в вершине прямоугольника, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т координаты вершины прямоугольника, и нажмите клавишу *Enter*.

Длины полуосей эллипса будут рассчитаны автоматически.

**2.6.4. Эллипс по центру, середине стороны и вершине параллелограмма** позволяет построить эллипс, вписанный в параллелограмм с заданным центром, серединой стороны и вершиной.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Эллипс по центру, середине стороны и вершине параллелограмма*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью в местоположении центра параллелограмма или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* эллипса координаты центра, и нажмите клавишу *Enter*.

Затем щелкните мышью в середине стороны параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты середины

стороны параллелограмма, и нажмите клавишу *Enter*. Далее щелкните мышью в вершине параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты вершины параллелограмма, и нажмите клавишу *Enter*.

Длины полуосей эллипса и угол наклона его первой полуоси к оси абсцисс текущей системы координат будут рассчитаны автоматически.

**2.6.5. Эллипс по трем вершинам параллелограмма** позволяет построить эллипс, вписанный в параллелограмм с тремя заданными вершинами.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Эллипс по трем вершинам параллелограмма*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью в первой вершине параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты первой вершины параллелограмма, нажмите клавишу *Enter* и во второй вершине параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты второй вершины параллелограмма, нажмите клавишу *Enter*. Затем щелкните мышью в третьей вершине параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.3 координаты третьей вершины параллелограмма, нажмите клавишу *Enter*.

Длины полуосей эллипса и угол наклона его первой полуоси к оси абсцисс текущей системы координат будут рассчитаны автоматически.

**2.6.6. Эллипс по центру и трем точкам** позволяет построить эллипс с заданным центром и проходящей через три указанные точки.

Для вызова команды нажмите (*Эллипс по центру и трем точкам*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью в местоположении центра параллелограмма или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* эллипса координаты центра, и нажмите клавишу *Enter*.

Затем щелкните мышью в местоположении первой точки создаваемого эллипса или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты этой точки, в местоположении второй точки создаваемого эллипса или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты этой точки, в местоположении третьей точки создаваемого эллипса или введите на *Панели свойств* в поле т.3 координаты этой точки. (Не забываем про Enter).

**2.6.7. Эллипс, касательный к двум кривым** позволяет построить эллипс, касательный к двум заданным объектам.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Эллипс, касательный к двум кривым*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью на первом объекте в первой точке касания эллипса, на втором объекте во второй точке касания эллипса и в местоположении точки лежащей на эллипсе или введите на *Панели свойств* в поле т.3 координаты этой точки, и нажмите клавишу *Enter*.

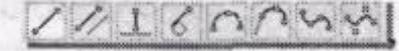
Если вы случайно ошиблись при указании точек касания, щелкните по кнопке  (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, а затем укажите нужные точки.

**2.7. Построение непрерывных объектов** позволяет построить последовательность отрезков, дуг и сплайнов.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Построение непрерывных объектов*) на инструментальной панели *Геометрия*, далее щелкните мышью в местоположении начальной точки первого отрезка или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты начальной точки, и нажмите клавишу *Enter*, щелкните мышью в местоположении конечной точки первого отрезка или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты конечной точки, нажмите клавишу *Enter*, щелкните мышью в местоположении конечной точки второго отрезка или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты конечной точки, нажмите клавишу *Enter* и так далее.

При вводе конечная точка созданного объекта автоматически становится начальной точкой следующего объекта. Использовать эту команду удобно, например, при построении контура детали, состоящего из объектов различного типа. Построенная последовательность примитивов не является

единым объектом. Прimitives будут выделяться, редактироваться и удаляться по отдельности.

После вызова команды на *Панели свойств* отображается группа *Тип*, содержащая переключатели  позволяющие указать, каким именно геометрическим примитивом должен являться текущий (создаваемый) сегмент.

По умолчанию при первом обращении к команде текущий тип объекта-Отрезок. Это означает, что при указании точек в поле чертежа будет построена проходящая через них последовательность отрезков.

В любой момент ввода последовательности вы можете изменить текущий тип объекта или способ его построения. Для этого активизируйте нужный переключатель в группе *Тип*.

Способы построения различных объектов при непрерывном вводе, а также приемы управления их параметрами соответствуют способам и приемам построения отдельных объектов.

На *Панели свойств* имеются также элементы  *Замкнуть* и *Новый ввод*.

После вызова команды *Замкнуть* автоматически создается точка, совпадающая с первой точкой последовательности объектов, и построение последовательности завершается. Автоматически введенная точка принадлежит тому типу объекта, построение которого было включено в момент замыкания. Если количество уже введенных точек объекта недостаточно для автоматического построения объекта, замыкающего последовательность, то элемент *Замкнуть* недоступен. После замыкания введенной последовательности система ожидает ввода новой непрерывной последовательности объектов.

После вызова команды *Новый ввод* построение последовательности завершается без замыкания, и система ожидает ввода новой непрерывной последовательности объектов.

## 2.8. Построение кривых

Объект Кривая имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.9.

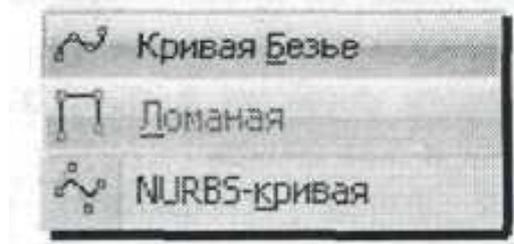


Рисунок 2.9. Расширенная панель инструментов объекта Кривых.

**2.8.1. Кривая Безье** позволяет построить кривую Безье (кривая Безье -частный случай NURBS-кривой).

Введите на *Панели свойств* в поле *t* координаты следующей точки, Для построения кривой Безье нажмите на кнопку  (*Кривая Безье*), далее щелкните мышью в первой точке, через которую должна пройти кривая Безье или введите на *Панели свойств* в поле *t* координаты первой точки, нажмите клавишу *Enter*. Затем щелкните мышью в следующей точке, через которую должна пройти кривая Безье нажмите клавишу *Enter* и так далее.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется ли замыкать кривую или нет.

Для фиксации созданной кривой Безье щелкните по кнопке  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Вы можете изменить кривую, не выходя из команды. Для этого щелкните по кнопке  (*Редактировать*) точки на *Панели специального управления*. Система перейдет в режим редактирования характерных точек объекта. Внесите необходимые изменения, после чего отожмите кнопку  (*Редактировать*) отвлечения.

**2.8.2. Ломаная** позволяет построить ломаную линию, состоящую из отрезков прямых.

Для построения ломаной нажмите на кнопку  (*Ломаная*) и щелкните мышью в первой вершине создаваемой ломаной или введите на *Панели свойств* в поле *t* координаты этой вершины, а затем нажмите клавишу *Enter*.

Далее щелкните мышью в следующей вершине создаваемой ломаной или введите на *Панели свойств* в поле *t* координаты следующей вершины, а затем нажмите клавишу *Enter* и так далее.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется замыкать ломаную или нет.

Для фиксации созданной ломаной щелкните по кнопке  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Вы можете изменить конфигурацию ломаной, не выходя из команды, аналогично пункту 2.8.1.

**Важно!!!** Ломаная, построенная в режиме создания фрагмента или чертежа (графическом документе), - это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Она будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком. Ломаная же, построенная в режиме создания эскиза для построения модели детали (трехмерного элемента), - это, наоборот, набор отдельных отрезков. На каждый из них наложены связи и ограничения, благодаря которым отрезки составляют ломаную линию.

**2.8.3. NURBS** позволяет построить кривую NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline, нерегулярный рациональный B-сплайн).

Для построения кривой NURBS нажмите на кнопку  (*NURBS-кривая*), щелкните мышью в первой опорной точке создаваемой NURBS-кривой или введите на *Панели свойств* в поле *t* координаты этой опорной точки, и нажмите клавишу *Enter*;

Далее щелкните мышью, в следующей опорной точке создаваемой NURBS-кривой или введите на *Панели свойств* в поле *t* координаты этой опорной точки, нажмите клавишу *Enter* и так далее.

В полях *Панели свойств* можно задать характеристики кривой-*Вес* каждой характерной точки и *Порядок* кривой.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется ли замыкать кривую или нет.

Для фиксации созданной NURBS-кривой щелкните  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Вы можете изменить конфигурацию кривую, не выходя из команды, аналогично пункту 2.8.1.

## 2.9. Построение фасок

Объект Фаска имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.10.

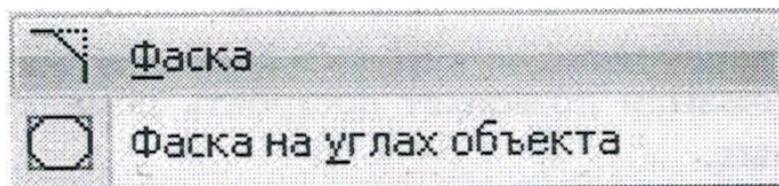


Рисунок 2.10. Расширенная панель инструментов объекта фаски.

**2.9.1. Фаска** позволяет построить отрезок, соединяющий две пересекающиеся кривые.

Для построения фаски нажмите на кнопку (Фаска), введите параметры фаски в поля *Панели свойств*. После ввода каждого параметра нажмите клавишу *Enter*;

Далее щелкните мышью по первому и второму объектам, между которыми нужно построить фаску. Они выделятся **красным цветом**. После этого появится искомая фаска.

**2.9.2 Фаска на углах объекта** позволяет построить фаски на углах объектов следующих типов: контур, ломаная или многоугольник.

Для построения фаски на углах объекта нажмите на кнопку (Фаска на углах объекта), введите параметры фаски в поля *Панели свойств*. После ввода каждого параметра нажмите клавишу *Enter*;

Далее щелкните мышью по углу контура, многоугольника или ломаной, на котором необходимо построить фаску.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется ли построение фаски только на указанном угле или сразу на всех углах объекта.

## 2.10. Построение округлений

Объект **Скругление** имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.11.

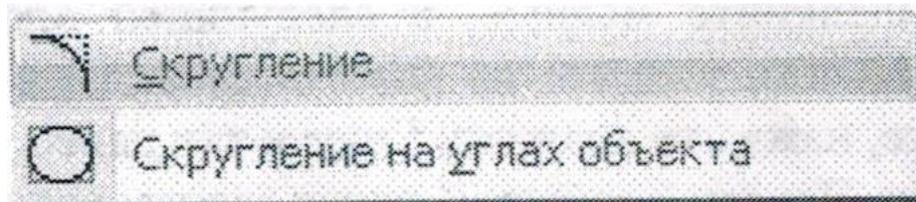


Рисунок 2.11. Расширенную панель инструментов объекта Скругления

**2.10.1. Скругление** позволяет построить скругление дугой окружности между двумя пересекающимися объектами.

Для построения скругления нажмите на кнопку (Скругление) и введите на *Панели свойств* в поле *Радиус* значение радиуса скругления или выберите его из списка. После ввода значения радиуса скругления нажмите клавишу *Enter*;

Далее щелкните мышью по первому и второму объектам, между которыми нужно построить скругление. Они выделяются красным цветом. После этого появится искомое скругление.

**2.10.2. Скругление на углах объекта** позволяет построить скругления дугами окружности на углах объектов следующих типов: контур, ломаная или многоугольник.

Для построения скругления на углах объекта нажмите на кнопку  (*Скругление на углах объекта*) и введите на *Панели свойств* в поле *Радиус* значение радиуса скругления или выберите его из списка. После ввода значения радиуса скругления нажмите клавишу *Enter*;

Далее щелкните мышью по углу контура, многоугольника или ломаной, на котором необходимо построить скругление.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется ли скругление только указанного угла или сразу всех углов объекта.

## **2.11. Построение прямоугольников**

Объект *Прямоугольник* имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.12.

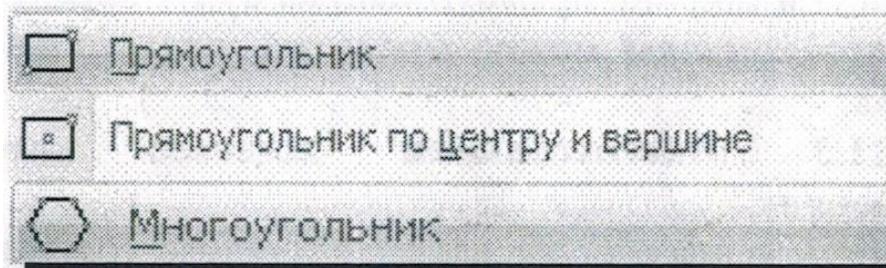


Рисунок 2.12. Расширенная панель инструментов объекта Прямоугольник.

**2.11.1 Прямоугольник** позволяет построить произвольный прямоугольник.

Доступно два способа построения прямоугольника: задание противоположных вершин прямоугольника; задание вершины, высоты и ширины прямоугольника.

Для построения прямоугольника по противоположным вершинам нажмите на кнопку  (*Прямоугольник*) и щелкните мышью в положении первой вершины или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты этой вершины, а затем нажмите клавишу *Enter*;

Далее щелкните мышью в положении второй вершины или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты этой вершины, и нажмите клавишу *Enter*. При этом высота и ширина прямоугольника будут определены автоматически.

Если известны вершина, высота и ширина прямоугольника, задайте их любым способом и в любом порядке. Например, вы можете указать курсором положение вершины, ввести на *Панели свойств* высоту в поле *Высота* высоту и задать курсором ширину прямоугольника. При этом координаты вершины, противоположащей указанной, будут определены автоматически.

За один вызов команды можно построить произвольное количество прямоугольников.

**Важно!!!** *Прямоугольник, построенный в режиме создания фрагмента или чертежа (графическом документе), - это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Он будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком. Прямоугольник же, построенный в режиме создания эскиза для построения модели детали (трехмерного элемента), - это,*

наоборот, набор отдельных отрезков. На каждый из них наложены связи и ограничения, благодаря которым отрезки составляют прямоугольник.

**2.11.2. Прямоугольник по центру и вершине** позволяет построить прямоугольник с заданным центром и вершиной.

Для построения прямоугольника по центру и вершине нажмите на кнопку  (*Прямоугольник по центру и вершине*) и щелкните мышью в положении центра прямоугольника или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* координаты центра, а затем нажмите клавишу *Enter*;

Далее щелкните мышью в положении одной из вершин прямоугольника или введите на *Панели свойств* в точке *t.1* координаты вершины прямоугольника.

Длина и ширина прямоугольника будут определены автоматически. За один вызов команды можно построить произвольное количество прямоугольников.

**2.11.3. Многоугольник** позволяет построить правильный многоугольник.

Доступно два способа построения многоугольника:

- по вписанной окружности;
- по описанной окружности.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Многоугольник*) на инструментальной панели *Геометрия*.

Для построения многоугольника по вписанной окружности, щелкните на *Панели свойств* по переключателю (*По вписанной окружности*).

Далее щелкните мышью в положении центра многоугольника (базовой окружности) или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* координаты центра, и нажмите клавишу *Enter*.

На *Панели свойств* в поле *Количество вершин* введите число вершин многоугольника, и нажмите клавишу *Enter*;

Затем щелкните мышью в положении середины одной из сторон многоугольника или на *Панели свойств* введите координаты точки *t* середины одной из вершин многоугольника.

Для построения многоугольника по описанной окружности, щелкните на *Панели свойств* по переключателю  (По описанной окружности).

Далее щелкните мышью в положении центра многоугольника (базовой окружности) или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* координаты центра, нажмите клавишу *Enter*;

На *Панели свойств* в поле *Количество вершин* введите число вершин многоугольника, и нажмите клавишу *Enter*.

Затем щелкните мышью в положении одной из вершин многоугольника или на *Панели свойств*, введите координаты точки т. координаты одной из вершин многоугольника.

Радиус базовой окружности и угол наклона многоугольника будут определены автоматически.

За один вызов команды можно построить произвольное число многоугольников.

**Важно!!!** Многоугольник, построенный в режиме создания фрагмента или чертежа (графическом документе), - это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Он будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком. Многоугольник же, построенный в режиме создания эскиза модели детали (трехмерного элемента), - это, наоборот, набор отдельных отрезков. На каждый из них наложены связи и ограничения, благодаря которым отрезки составляют многоугольник.

**2.12. Собрать контур**  позволяет сформировать контур, последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические объекты.

Для сбора контура щелкните вблизи геометрического объекта, с которого требуется начать обход контура. На экране появится фантомное изображение первого участка контура (поверх базового элемента), а также стрелка, указывающая предложенное системой направление дальнейшего движения. Оно определяется следующим образом. Из указанной точки строится вектор, направленный к объекту и лежащий на перпендикуляре к нему, опущенному из этой точки. Обход контура начинается в правую сторону от полученного вектора.

Щелкайте мышью на нужных появившихся фантомных объектах для включения их в контур. Выбор направления обхода и перемещение по сегментам контура возможны с помощью кнопок на *Панели специального управления*, а также клавиатурных комбинаций (см. табл. 1).

Таблица 1.

Клавиатурные комбинации

Клавиша	Описание действий
<Пробел>	Перебор возможных направлений обхода от текущего узла против часовой стрелки.
<Shift> + <Пробел>	Перебор возможных направлений обхода от текущего узла по часовой стрелке.
<Enter>	Подтверждение выбора направления, отмеченного стрелкой.
<Shift> + <Enter>	Возврат на один шаг назад.

Группа переключателей *Способ* позволяет указать способ прохода узлов, каким образом проходить неветвящиеся узлы контура - узлы, в которых направление дальнейшего движения всего одно (то есть в узле нет разветвлений). По умолчанию используется автоматическая обработка таких узлов (без запроса на выбор дальнейшего движения).

Чтобы отказаться от продолжения обхода и начать формирование контура заново, щелкните по кнопке *Повторный выбор*, а затем укажите нужный объект.

При указании участка, замыкающего контур (т.е. участка, конечная точка которого совпадает с начальной точкой первого участка), происходит автоматическая фиксация контура.

Чтобы зафиксировать разомкнутый контур, щелкните по кнопке  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

За один вызов команды можно сформировать произвольное количество контуров.

### 2.13. Построении эквидистант.

Объект **Эквидистанта** имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.13.

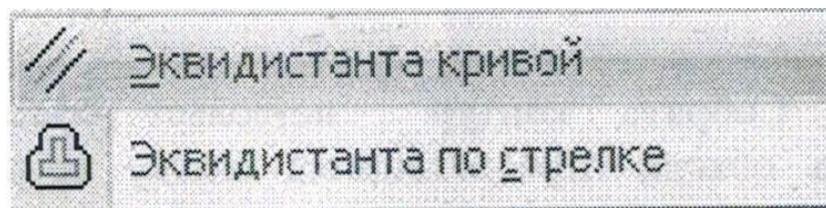


Рисунок 2.13. расширенная панель инструментов объекта эквидистанта.

**2.13.1. Эквидистанта кривой** позволяет построить эквидистанту какого-либо геометрического объекта.

Для построения эквидистанты кривой нажмите на кнопку  (*Эквидистанта кривой*) и проведите настройку параметров эквидистанты на *Панели свойств*. Далее укажите курсором базовый объект. Если вы случайно ошиблись и указали объект неверно, щелкните по кнопке  (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, а затем укажите курсором новый базовый объект. На экране появится фантом эквидистанты. Если необходимо, измените параметры эквидистанты.

Зафиксируйте фантом, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

За один вызов команды можно построить произвольное количество эквидистант.

**2.13.2. Эквидистанта по стрелке** позволяет построить эквидистанту контура, образованного обходом по стрелке.

Для построения эквидистанты по стрелке нажмите на кнопку  (*Эквидистанта по стрелке*) и проведите настройку параметров эквидистанты на *Панели свойств*.

Далее укажите курсором базовый объект, с которого требуется начать обход контура. На экране появится фантом эквидистанты выбранного участка, а также стрелка, указывающая предлагаемое системой направление дальнейшего движения. Щелкните мышью на соответствующем объекте для указания нужного направления и

зафиксируйте фантом эквидистанты, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

Выбор направления обхода и перемещение по сегментам контура возможны с помощью клавиатурных комбинаций (см. табл. 1), а также кнопок на *Панели специального управления*:

По умолчанию используется автоматическая обработка узлов (без запроса на выбор дальнейшего движения).

Чтобы отказаться от продолжения обхода и начать формирование контура заново, щелкните по кнопке (*Повторный выбор*), а затем укажите нужный объект.

В любой момент вы можете изменить параметры эквидистанты. За один вызов команды можно построить произвольное количество эквидистант.

#### **2.14. Построение штриховки**

**Штриховка** позволяет заштриховать одну или несколько областей в текущем виде чертежа или во фрагменте.

Если перед этим были выделены какие-либо объекты, то на экране появляется запрос на использование их в качестве границы штриховки. Для подтверждения щелкните по кнопке Да, и система сразу же построит штриховку (**если это возможно**).

Для построения штриховки нажмите на кнопку  (*Штриховка*) и укажите точку внутри области, которую нужно заштриховать. Система автоматически определит ближайшие возможные границы, внутри которых указана точка.

Чтобы изменить конфигурацию заштрихованной области, воспользуйтесь командами контекстного меню *Добавить границу* и *Удалить границу*.

Кнопки *Панели специального управления* предоставляют дополнительные возможности создания границ штриховки:

 *Ручное рисование границ;*

 *Обход страницы по стрелке.*

Кнопка  | (*Ручное формирование*) границ позволяет перейти к созданию временной ломаной линии, а (*Обход границы по стрелке*) - к формированию контура, образованного пересекающимися объектами.

При вводе *ассоциативной штриховки* (заливка) режимы ручного рисования границ и обхода границ по стрелке недоступны.

После задания очередной границы фантом создаваемой штриховки перестраивается. До фиксации штриховки вы можете настроить ее параметры.

Чтобы зафиксировать полученную штриховку и перейти к построению следующей, щелкните по кнопке (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

### Лабораторное занятие №3.

#### «Выделение объектов с помощью команд».

С помощью команд Выделить можно выделять объекты различными способами или их комбинациями, а также отменить сделанное выделение.

Выделенные элементы будут подсвечены назначенным в диалоге настройки цветом (по умолчанию цвет выделения - зеленый).

После выделения группы элементов их можно копировать в буфер обмена, удалять, выполнять над ними различные операции редактирования и т. д.

Команду **Выделить** можно вызвать из *главного меню*, нажав **Выделить** или с *компактной панели*, нажав Команду **Выделить** имеет расширенное меню (рис.3.1). (меню может отличаться в различных версиях программы).

**Задание 1:** Создайте новый документ «Чертеж» и назовите его «Команды выделить». В нем начертите 2 круга, 3 прямоугольника, 1 эллипс, 3 квадрата, 6 разных отрезков, 2 дуги (расположение и размеры объектов произвольные).

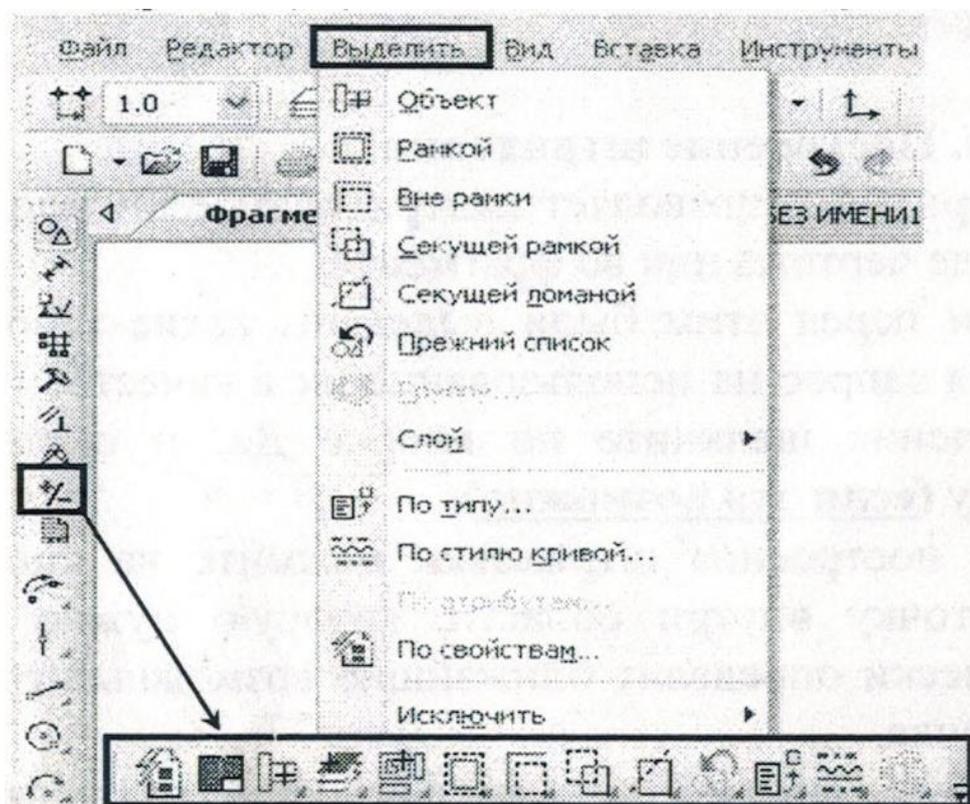


Рисунок 3.1. Расширенное меню объекта выделить.

Разберем работу с командами *Выделения* на примере *компактной панели*. Для вызова команд *Выделения* нажмите левой кнопкой мыши на кнопке  (*выделения*), для активации команд выделения.

**3.1. Команда Выделить по свойствам** позволяет выполнять операции выделения с объектами (геометрическими, размерами, обозначениями), соответствующими заданным условиям.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Выделить по свойствам*) на *инструментальной панели*.

На экране появится диалог выбора объектов по свойствам (см. рис. 3.2). Элементы управления этого диалога позволяют выбрать типы объектов и условия для выполнения над ними операций выделения.

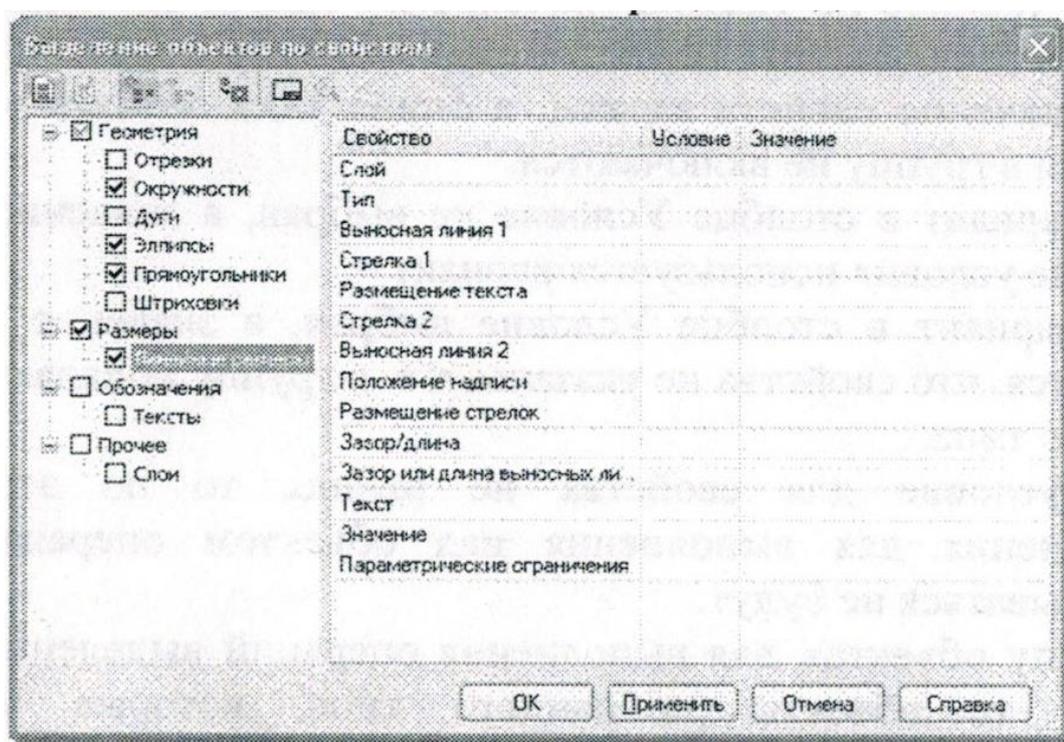


Рисунок 3.2. Диалог выделения объектов по свойствам

Кнопки панели инструментов диалога позволяют управлять результатом операции выделения объектов и изменять масштаб отображения документа. Дерево объектов содержит наименования типов объектов, которые

присутствуют в текущем документе. *Этот набор формируется автоматически.* Таблица условий выделения содержит список свойств выделенного в дереве объекта и позволяет задавать условия включения объекта в группу выделенных, т.е. формировать фильтр для выбора.

Чтобы сформировать фильтр для выбора объектов определенного типа, выполните следующие действия. Включите в дереве опцию, соответствующую типу объекта. Выберите в таблице *Свойство*. Выберите из раскрывающегося списка *Условие* нужный вариант. Набор доступных условий зависит от типа свойства. Задайте значение условия в поле *Значение*. Способ задания также зависит от типа свойства. Значения числовых свойств, например, Длина, Угол, координаты характерных точек следует вводить с клавиатуры. Значения других свойств, например, Вид, Стиль, Размещение стрелок выбираются из раскрывающегося списка.

Чтобы быстро задать свойства, общие для всех объектов группы, включите опцию корневого раздела, например, *Геометрия*. Выберите общие условия и значения параметров. Затем в дереве выключите опции типов объектов, не подлежащих внесению в группу. Далее задайте остальные параметры для каждого типа объектов группы.

***При задании условий следует учитывать следующие особенности.***

Если в столбце *Свойство* выбран Вид и в столбце *Значение* указан его номер, то при выбор слов в раскрывающемся списке будут присутствовать только те слои, которые принадлежат данному виду. Если вид не выбран, то для выбора будут доступны все слои.

- Если в таблице не указано значение ни одного свойства, то в группу попадают все объекты данного типа.
- Если значения свойств заданы, а опция типа объекта выключена, то объекты в группу не включаются.
- Если вариант в столбце *Условие* не выбран, а значение задано, то в качестве условия используется вариант «= $\Rightarrow$ ».

- Если вариант в столбце *Условие* выбран, а значение не задано, то считается, что свойства не указаны, т.е. в группу попадают все объекты данного типа.

- Если условие для свойства не задано, то по этому свойству ограничения для выполнения над объектом операций выделения накладываться не будут.

- В группу объектов для выполнения операций выделения включаются только те объекты выбранного типа, которые удовлетворяют одновременно всем заданным условиям.

**3.2. Команда Выделить все** позволяет выделить все объекты, содержащиеся в текущем виде чертежа. Для вызова команды нажмите на кнопку  (*Выделить все*) на инструментальной панели или сочетание клавиш Ctrl+A. Для снятия выделения щелкните в пустом месте *рабочего документа*.

**3.3. Команда Выделить объект указанием** позволяет выделить отдельный геометрический или текстовый объект.

Для вызова команды **Выделить объект указанием** нажмите на кнопку  (*Выделить объект указанием*) на инструментальной панели. Далее укажите курсором тот элемент, который нужно выделить. При этом элемент должен попасть в зону захвата курсора.

За один вызов команды можно указать произвольное количество выделяемых объектов. Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку (*Выделить объект указанием*) на инструментальной панели, и не отпуская переместите на кнопку  (*Исключить объект указанием*), теперь, нажимая на объекты, выделение будет сниматься.

**3.4. Команда Выделить слой** позволяет выделить объекты одного или нескольких слоев в текущем виде чертежа или во фрагменте. Команда применяется (доступна) при наличии двух и более слоев.

Для начала создадим дополнительные слои, чтоб было с чем работать. Работа со слоями в КОМПАС-3D является полной аналогией использования накладываемых друг на друга калек при обычном проектировании на кульмане. Каждый слой

может иметь уникальное название для облегчения поиска и выбора. Слой может находиться в различных состояниях (*текущий, активный, фоновый, невидимый*).

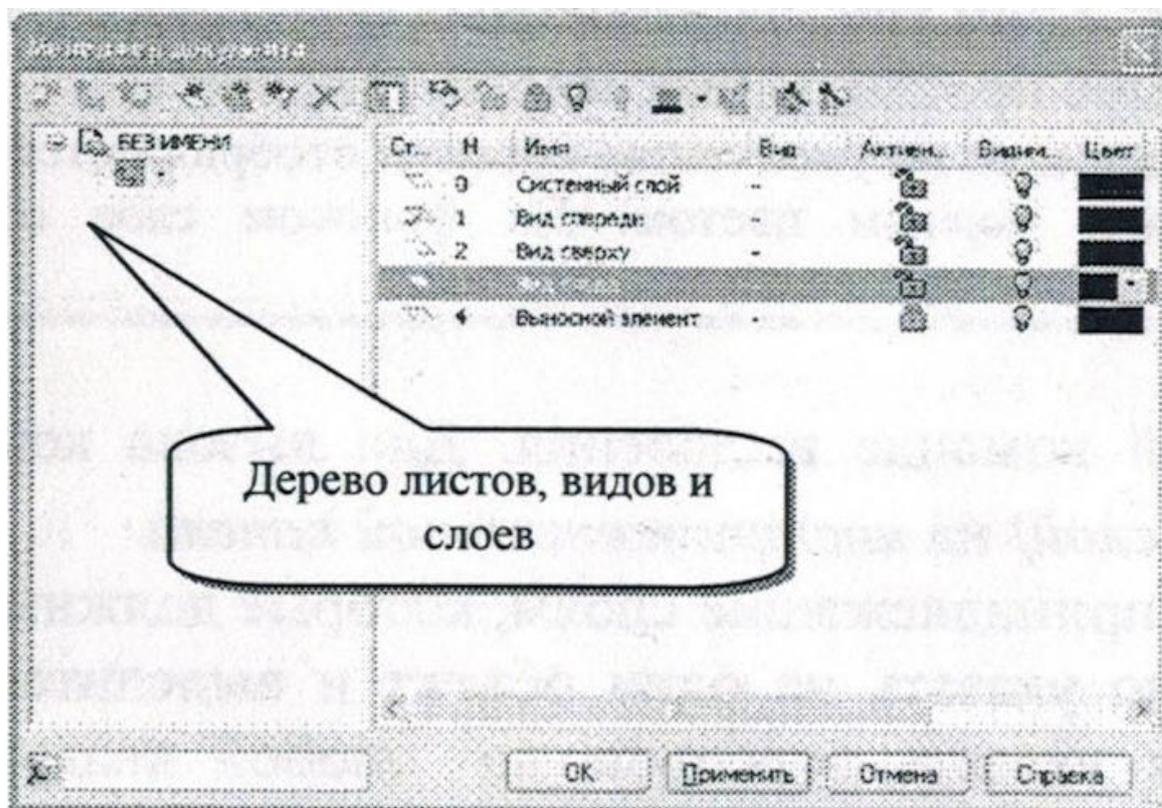


Рисунок 3.3. Диалог Менеджер документа.

Чтобы создать новый слой в текущем виде чертежа или во фрагменте, вызовите команду *Вставка - Слой* или нажмите кнопку (*Состояние слоев*) на панели *Текущее состояние*. На экране появится диалог Менеджер документа (см. рис 3.3).

Далее в *Дереве листов, видов и слоев* выделите объект (вид, группу свойств или группу слоев) для добавления нового слоя нажмите кнопку (*Создать слой*) на *Панели инструментов Менеджера документа*.

В Списке листов, видов и слоев появится вновь созданный слой. В поле имени слоя будет находиться текстовый курсор. Вы можете изменить имя. Ввод имени не является обязательным, однако понятные имена слоев, особенно если их достаточно много, значительно облегчает работу с документом.

Для удобства работы полезно также ввести комментарий к слою.

По умолчанию новому слою присваивается первый свободный номер. При необходимости можно изменить его.

Чтобы установить цвет отрисовки слоя в активном состоянии, нажмите кнопку *Цвет* на *Панели инструментов Менеджера документа*. Цвет слоя можно также выбрать из раскрывающегося списка в колонке *Цвет*.

Обратите внимание на то, что после создания нового слоя текущим остается тот же слой, что и перед этим. Если требуется, чтобы текущим был новый слой, нажмите кнопку *Сделать текущим* или щелкните мышью в ячейке *Статус*. На пиктограмме слоя появится красная «галочка», показывающая, что слой является текущим. (В данном примере на рис. 3.3. текущим слоем является под именем «*Вид спереди*»).

После ввода всех параметров нового слоя нажмите кнопку ОК Менеджера документа.

**Задание 2:** Создайте новый документ «*Чертеж*» и назовите его «*Слои*», не закрывая первый чертеж. Начертите в нем три слоя с именами: квадрат, окружность, многоугольник, по окончанию нажмите ОК, диалог *Менеджера документа* закроется (по умолчанию порядковый номер 0 присваивается системному слою). Теперь переключимся на первый слой с именем «Квадрат», для этого нажмите на кнопку (*Состояние слоев*) на панели *Текущее состояние*, и в появившемся меню выбираем слой под номером 1, теперь данный слой является текущим. Создайте теперь два произвольных квадрата. Далее переходим на слой №2 и создаем в нем три произвольных окружности, потом на слой №3 и создаем в нем четыре произвольных многоугольника.

**Полезно знать!!!** На активном текущем слое по умолчанию объекты отображаются синим цветом, а на активном не текущем - черным цветом. На фоновом слое объекты отображаются черным пунктиром по умолчанию.

Далее переходим к самой команде выделения. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Выделить слой*) на инструментальной панели.

Затем укажите элементы, принадлежащие слоям, которые должны быть выделены, для этого достаточно указать на один объект и выделится весь слой. В нашем примере, если указать курсором на любой квадрат, то выделится весь слой, то есть все два квадрата, а остальные объекты (многоугольники и окружности) не выделяются.

Если какие-либо объекты документа уже выделены, то элементы выбранных слоев будут к ним добавлены. Для снятия выделения одного из слоев нажимаем на кнопку (*Исключить слой указанием*), и нажимаем на один из объектов данного слоя, выделение его будет снято.

Далее переходим вновь на первый чертеж с именем «*Команды выделить*», и продолжаем работу с командами выделения. **Если вы его закрыли, то вернитесь к заданию 1 данной лабораторной работы №3 и выполните его заново.**

- Команда **Выделить** вид указанием позволяет выделить один или несколько видов чертежа. С помощью этой команды виды выделяются как единые объекты.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Выделить вид указанием*) на инструментальной панели.

Затем укажите элементы, принадлежащие видам, которые должны быть выделены. Признаком того, что вид выделен как единое целое, служит появление подсвеченной габаритной рамки вокруг этого вида. Если какие-либо объекты уже выделены, то элементы выбранных видов будут к ним добавлены.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку  (*Выделить вид указанием*) на инструментальной панели, и не отпуская переместите на кнопку  (*Исключить вид указанием*), теперь, нажимая на объекты, выделение будет сниматься.

**3.5.** Команда **Выделить рамкой** позволяет выделить объекты с помощью прямоугольной рамки и применяется, когда необходимо выделить часть чертежа или вид.

Для вызова команды выделения рамкой нажмите на кнопку  (*Выделить рамкой*) на компактной панели выделения.

После вызова команды следует зафиксировать точку первого угла рамки нажимаем левую кнопку мыши и не отпуская передвигаем, образуя прямоугольник нужного размера, отпускаем кнопку мыши, что бы зафиксировать второй ее угол. Объекты, целиком попавшие в заданную рамку будут выделены зеленым цветом.

Если какие-либо объекты уже выделены, то объекты, указанные с помощью рамки, будут к ним добавлены.

***Внимание!** И если вы выделяете объекты, находящиеся на слое в фоновом состоянии, то они не выделяются.*

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку (*Выделить рамкой*) на инструментальной панели, и не отпуская переместите на кнопку  (*Исключить рамкой*), теперь, попадающие в рамку объекты, станут невыделенными.

**3.6. Команда Выделить вне рамки** позволяет выделить объекты, не попавшие в заданную прямоугольную рамку, и является противоположной по значению команде **Рамка**. Для вызова этой команды нажмите на кнопке  (*Выделить вне рамки*) на компактной панели выделения. Эта команда будет полезна в тех случаях, когда необходимо выделить и удалить мелкие, не видимые глазом, геометрические объекты (или их остатки, полученные в результате многочисленных геометрических построений и удалений), расположенные вне зоны чертежа. Подобное обстоятельство не позволит вывести документ на печать в требуемом формате.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку  (*Выделить вне рамки*) на инструментальной панели, и не отпуская переместите на кнопку  (*Исключить вне рамки*), теперь, выделение будет снято с тех объектов, которые находятся за рамкой.

**3.7. Команда Выделить секущей рамкой** позволяет выделить объекты, частично попавшие в заданную прямоугольную рамку. Элементы чертежа, которые целиком или частично попали внутрь заданной рамки, будут выделены.

Если какие-либо объекты уже выделены, указанные с помощью секущей рамки элементы будут к ним добавлены.

Для вызова команды нажмите на кнопку *(Выделить текущей рамкой)* на инструментальной панели. Данная команда применяется в тех случаях, когда нужно выделить все геометрические примитивы, являющиеся лишь частью выделяемого объекта.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку  *(Выделить текущей рамкой)* на инструментальной панели, и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить текущей рамкой)*, теперь, выделение будут сниматься, с тех объектов которые попадают под текущую рамку.

**3.8. Команда Выделить текущей ломаной** позволяет выделить объекты, пересекая их ломаной линией.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Выделить текущей ломаной)* на компактной панели выделения.

Данная команда применяется в сложных и насыщенных чертежах.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку  *(Выделить текущей ломаной)* на инструментальной панели, и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить текущей ломаной)*, теперь, выделение будет сниматься, с объектов попавших под текущую ломаную.

**3.9. Команда Выделить прежний список** позволяет выделить все объекты, которые выделялись в предыдущий раз (элементы прежнего списка). Для вызова команды нажмите кнопку *(Выделить прежний список)* на инструментальной панели.

Применяется при многократном копировании.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку  *(Выделить прежний список)* на инструментальной панели, и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить прежний список)* выделение будет снято.

**3.10. Команда Выделить по типу** позволяет выделить объекты активного документа в соответствии с их типом. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Выделить по типу)* на компактной панели выделения.

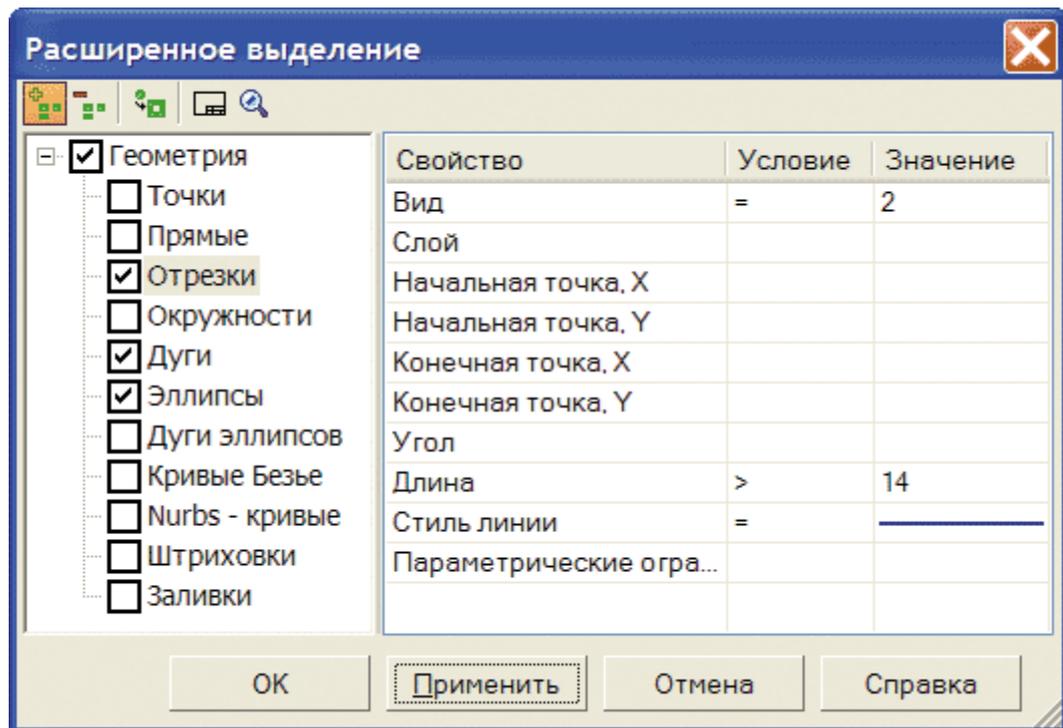


Рисунок 3.4. Диалог: Выбор объектов для выделения

После вызова команды на экране появляется диалог со списком типов объектов, имеющих в активном документе (отрезки, окружности, дуги, и т.п.). Выберите из списка типы, которые нужно выделить, и нажмите кнопку ОК (см. рис. 3.4). Чтобы выделить несколько объектов, идущих не подряд, нажмите *Ctrl* и не отпуская его, щелкайте левой кнопкой мыши по нужным объектам *объектов для выделения*.

Для выхода из диалога без выбора нажмите кнопку *Отмена*. Если какие-либо объекты уже выделены, то выбранные по типу объекты будут к ним добавлены.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку (*Выделить по типу*) на *инструментальной панели*, и не отпуская переместите на кнопку  (*Исключить по типу*), теперь, выделение будет сниматься, с вновь выбранных объектов из заранее выделенных.

**3.11. Команда Выделить по стилю кривой** позволяет выделить объекты, изображенные линиями одного стиля.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Выделить по стилю кривой*) *компактной панели* выделения. После вызова

команды на экране 5то является диалог со списком стилей объектов, имеющихся в активном документе (рис. 3.5).

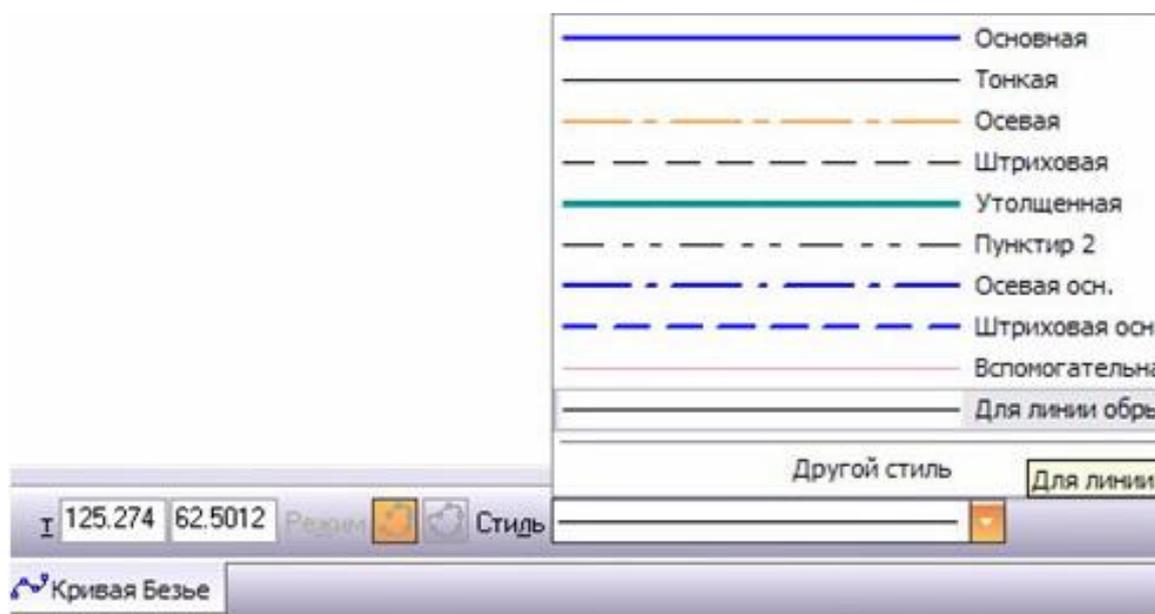


Рисунок 3.4. Диалог: Выбор стилей кривых для выделения.

Для выделения нескольких стилей кривых, идущих не подряд, зажмите Ctrl и не отпуская его, щелкните левой кнопкой мыши по нужным стилям, и нажмите кнопку ОК. Для выхода из диалога без выделения объектов по стилю кривой нажмите кнопку *Отмена*.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку  (*Выделить по стилю кривой*) на инструментальной панели, и не отпуская переместите на кнопку (*Исключить по стилю кривой*), теперь, выделение будет сниматься, с вновь выбранных стилей кривых из заранее выделенных.

**3.12. Команда Выделить группу** позволяет выделить объекты одной или нескольких именованных групп активного документа.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Выделить группу*) на инструментальной панели .

После этого на экране появляется окно со списком групп, имеющихся в активном документе. Выберите из списка

группы, которые нужно выделить, и нажмите кнопку *ОК*. Для выхода из диалога без выбора групп нажмите кнопку *Отмена*.

Если какие-либо объекты уже выделены, то элементы выбранных групп будут к ним добавлены.

## **Лабораторное занятие №4**

### **«Команды редактирования»**

Большинство команд *Редактирования* доступны, если выделен, хотя бы один графический объект. Поэтому *помните*, чтобы изменить какой-то объект, надо, сначала указать (выделить) этот объект.

Данные команды изменяют параметры выделенного объекта.

Команды Редактирования можно найти нажав кнопку на главном меню (*Редактор*) или на кнопку (*Редактирования*) на компактной панели (см. рис.4.1).

Разберем работу команд *редактирования* на примере *компактной панели*.

**Задание 1.** Создайте документ чертеж формата А4. В нем начертите любые произвольные геометрические объекты (например, окружность, прямоугольник и отрезок), что бы потом можно было менять их параметры, с помощью команд редактирования.

Далее нажимает на кнопку (*Редактирование*), расположенную на *компактной панели*, (рис. 4.1).

**4.1. Команда Сдвиг** позволяет сдвигать изображение на заданное месторасположение. Эта опция имеет подменю (см. рис. 4.2), состоящее из двух команд.

**4.2. Команда Указанием** позволяет сдвинуть выделенные объекты чертежа или фрагмента. Доступны два выполнения сдвига объектов: с использованием базовой точки и *гм* перемещений по осям. Для вызова команды нажмите на кнопку  (*Указанием*) на *компактной панели Редактирования*.

Для выполнения перемещения первым способом сначала укажите I точку для сдвига – т.1, а затем другую точку, определяющую ее положение, - т.2.

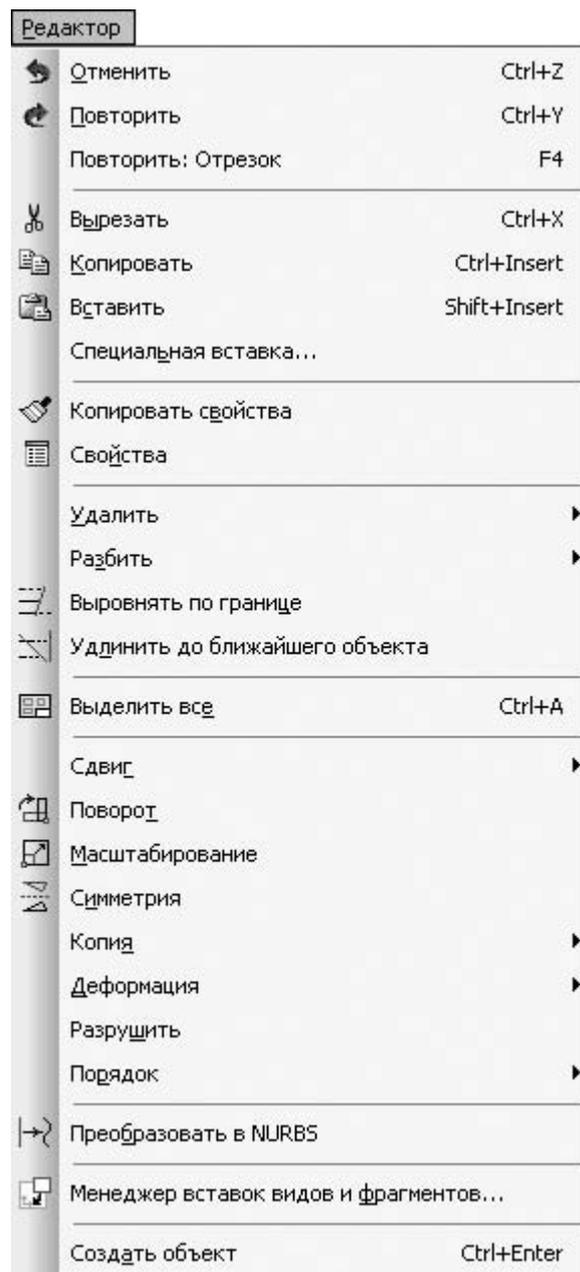


Рисунок 4.1. Панели команды Редактирования

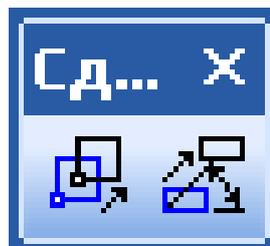


Рисунок 4.2. Расширенная панель объекта Сдвиг по углу и расстоянию

Для выполнения перемещения вторым способом введите в поля *Сдвиг* *Панели свойств* значения смещений в направлениях осей текущей системы координат. В ряде случаев удобнее выполнять простое перетаскивание выделенных объектов мышью, не прибегая к команде сдвига.

**Надо знать!!!** Группа переключателей *Режим* на *Панели свойств* команд *Редактирования* позволяет указать, требуется ли оставлять  или удалять исходные объекты  после выполнения операции.

**4.1.2. Команда Сдвиг** по углу и расстоянию позволяет переместить выделенные объекты на определенное расстояние в заданном направлении. Для вызова команд нажмите кнопку (*По углу и расстоянию*) и введите значения угла и расстояния в поля *Угол* и *Расстояние* на *Панели свойств*.

Значения смещений вдоль осей текущей системы координат будут рассчитаны автоматически и показаны в соответствующих справочных полях.

**Не забывайте!!!** Для фиксации команд нажимайте кнопку  (*Создать объект*).

**4.2. Команда Поворот** позволяет повернуть выделенные объекты чертежа или фрагмента. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Поворот*) на *инструментальной панели*. Далее укажите точку центра поворота и базовую точку **т.1**, а затем точку **т.2**, определяющую новое положение базовой точки на *Панели свойств*.

**4.3. Команда Масштабирование** позволяет выполнить масштабирование выделенных объектов чертежа или фрагмента. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Масштабирование*) на *инструментальной панели*. Задайте в соответствующих полях на *Панели свойств* значение коэффициента масштабирования в направлении осей координат.

Можно ввести разные значения коэффициента масштабирования по горизонтали и по вертикали. Однако ввод масштаба по оси у невозможен, если среди выделенных объектов есть окружности или дуги окружностей, или виды

целиком. В этом случае выполнение операции производится со значением масштаба по оси у, равным масштабу по оси х.

**Надо знать!!!** Группа переключателей *Выносные линии* позволяет указать, масштабировать выносные линии или не масштабировать 

Можно так же после заполнения в *Панели свойств* поля *масштаб*, указать точку центра масштабирования с помощью мышки.

**4.4. Команда Симметрия** позволяет выполнить преобразование симметрии относительно прямой для выделенных объектов чертежа или фрагмента. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Симметрия*) на инструментальной панели. Далее укажите положение первой т.1, а затем второй т.2 точек оси симметрии. Угол наклона оси к оси абсцисс текущей системы координат будет определен автоматически.

Если прямолинейный объект, являющийся осью симметрии, существует в документе, вы можете указать сам этот объект, а не точки, принадлежащие ему. Для этого нажмите кнопку  (*Выбор базового объекта*) на *Панели свойств* и укажите курсором нужный прямолинейный объект. Для завершения команды нажмите кнопку  (*Прервать команду*) на *Панели специального управления* или клавишу *Esc*.

**4.5. Команда Копия** позволяет скопировать выделенные объекты чертежа или фрагмента.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Копия*) на инструментальной панели. Эта команда является одной из самых важных и имеет подменю из пяти команд (см. рис. 4.3).

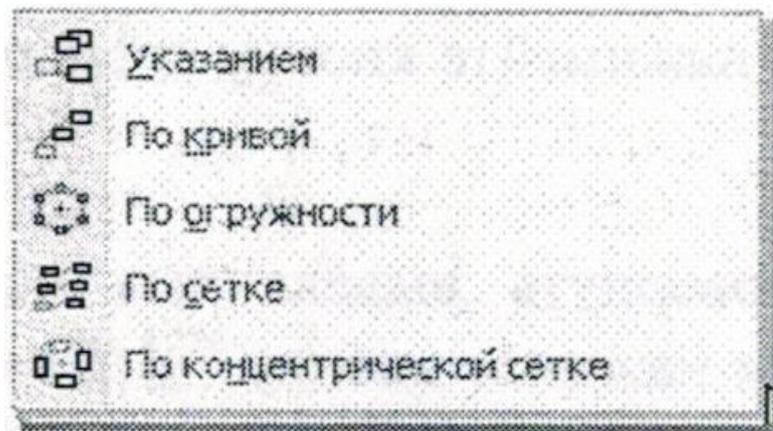


Рисунок 4.3. Расширенная панель объекта Копировать.

**4.5.1.** Для получения этого вида копий необходимо сначала выделить нужный чертежный фрагмент, затем нажать на кнопку  (*Копия указанием*) на *инструментальной панели*, далее укажите базовую точку для копирования т.1 и точку т.2, определяющую новое положение базовой точки. Значения панели смещения по осям текущей системы координат будут рассчитаны автоматически и показаны в полях *Смещение x* и *Смещение y*.

После фиксации нового положения базовой точки система копирует выделенные элементы в заданное место.

Объекты-копии располагаются в тех же видах и на тех же слоях, что и исходные объекты.

Если значения перемещений в направлениях осей известны, то для выполнения копирования вы можете ввести их в соответствующие поля на *Панели свойств*. Точки т.1 и т.2 при этом указывать не нужно. Не забудьте подтвердить ввод каждого значения нажатием клавиши *Enter*. За один вызов команды можно создать произвольное количество копий объектов.

**4.5.2. Команда Копия по кривой** позволяет выполнить копирование выделенных объектов, разместив их вдоль указанной кривой.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Копия по кривой*) на *инструментальной панели*. После выделения нужного объекта порядок действий при копировании объектов вдоль кривой следующий:

- Укажите базовую точку для копирования т.1.

- Введите количество копий в одноименное поле *Панели свойств*.

- Укажите курсором кривую, вдоль которой должны копироваться объекты.

- Введите значение шага в поле *Шаги* выберите его интерпретацию. Это расстояние будет измеряться вдоль кривой, по которой производится копирование.

С помощью переключателей группы *Нормаль* укажите, требуется ли *Доворачивать до нормали*  к кривой или *Не доворачивать до нормали* .

Укажите на кривой начальную точку копирования т.2. С этой точкой совпадет базовая точка первого экземпляра массива.

По умолчанию копирование по кривой направлено против часовой стрелки от начальной точки. При этом в группе *Направление* на вкладке *Копия панели свойств* активен переключатель (*Отрицательное направление*). Если массив должен располагаться по другую сторону от начальной точки, активизируйте переключатель  (*Положительное направление*).

Очевидно, что выбор направления создания массива имеет смысл только в тех случаях, когда в качестве начальной точки указана не крайняя точка кривой.

**4.5.3. Команда Копия по окружности** позволяет выполнить копирование выделенных объектов, разместив их по окружности с указанным центром. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Копия по окружности*) на *инструментальной панели*.

Порядок действий при копировании объектов по окружности следующий:

- Выделите объект, подлежащий копированию.

- Вызовите команду  (*Копия по окружности*). На экране появится *Панель свойств*. В поле *Количество копий* на *Панели свойств*, введите общее количество требуемых копий. При копировании по окружности исходный объект входит в состав массива, количество созданных копий будет на единицу

меньше введенного значения. За один раз можно ввести до 1000 копий.

- С помощью переключателя (*Режим*) выберите способ размещения экземпляров копий  (*Равномерно по окружности*) или  (*С заданным шагом*).

- Если на предыдущем этапе установлено размещение копий с заданным угловым шагом, введите его значение в поле *Шаг*.

- Для фиксации полученных копий нажмите кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

- Для завершения команды нажмите кнопку клавишу Esc.

**4.5.4. Команда Копия по концентрической сетке** позволяет выполнить копирование выделенных объектов чертежа или фрагмента, разместив их в узлах концентрической сетки. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Копия по концентрической сетке*) на *инструментальной панели*.

Порядок действий при копировании объектов по концентрической сетке следующий:

- Выделите объект, подлежащий копированию.

- Вызовите команду  (*Копия по концентрической сетке*).

- Укажите базовую точку для копирования т.1.

- На экране появится фантом массива с параметрами по умолчанию. Чтобы настроить их требуемым образом, активизируйте вкладку *Параметры* на *Панели свойств*.

- В поля *N1* и *N2* введите количество экземпляров массива соответственно в радиальном и кольцевом направлении.

- В поле *Радиус* введите значение радиуса начальной окружности сетки.

- В поле *Угол* введите угол между осью абсцисс текущей системы координат и первой радиальной линией сетки.

- В поля *Шаг1* и *Шаг2* введите шаг копий соответственно в радиальном и кольцевом направлениях и выберите интерпретацию шага.

- С помощью переключателей  (*Не оставлять копию в центре сетки*) или  (*Оставлять копию в центре*

сетки) укажите, требуется ли отрисовка центральной копии - геометрического объекта, базовая точка которого совпадает с центром сетки, - или не требуется.

- С помощью переключателей ориентации копий  (*Доворачивать копии до радиального направления*) или  (*Не доворачивать копии до радиального направления*) укажите нужное направление. Каждое изменение того или иного параметра массива немедленно отражается на его фантоме.

- Укажите точку вставки массива т.2.

**4.5.5. Команда Копия по сетке** позволяет выполнить копирование выделенных объектов чертежа или фрагмента, разместив их в узлах сетки с заданными параметрами.

Порядок действий при копировании объектов по сетке следующий:

- Выделите объект, подлежащий копированию.

- Вызовите команду  (*Копия по концентрической сетке*).

- В поля *N1* и *N2* введите количество копий соответственно вдоль первой (ось *x*) и второй (ось *y*) сетки. Однако общее число копий за одну вставку не должно превышать 1000.

- В поле *Наклон* введите угол наклона первой оси сетки к оси абсцисс текущей системы координат (по умолчанию установлено значение 0.0).

- В поле *Угол раствора* введите угол между осями сетки (по умолчанию установлено значение 90.0°).

- В поля *Шаг1* и *Шаг2* введите шаг копий соответственно вдоль первой и второй осей и выберите интерпретацию шага.

- С помощью переключателей *Оставлять копии в углах сетки*) и (*Не оставлять Копии внутри сетки*) установите нужный способ размещения копий. Эти группы переключателей доступны, если количество копий вдоль каждой из осей больше или равно трем.

- Укажите базовую точку для копирования т.1.

- Укажите точку вставки массива т.2.

**4.6. Команда Деформация** позволяет видоизменить или деформировать выделенные объекты чертежа или фрагмента.

Команда имеет подменю из трех команд: *Сдвигом*, *Поворотом* и *Масштабированием* (см. рис. 4.4).

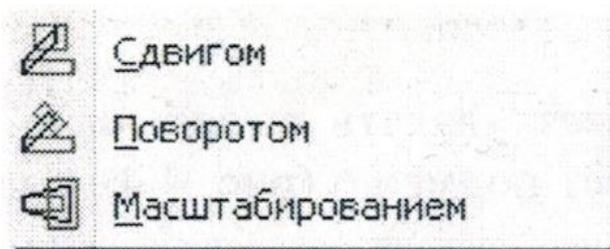


Рисунок 4.4. Расширенная панель объекта Деформация.

**4.6.1. Команда Деформация сдвигом** позволяет выполнить деформацию сдвигом объектов чертежа или фрагмента. Предварительное выделение объектов, подлежащих деформированию, выполнять не нужно.

Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку  (*Деформация сдвигом*), расположенную на *Компактной панели*. Укажите последовательно первую и вторую точки габаритного прямоугольника, который должен захватить деформируемую область (она будет подсвечена после захвата).

Задайте базовую точку для деформации, а затем зафиксируйте ее новое положение. Можно явно задать координаты базовой точки, а также величины перемещений по осям *x* и *y*, введя их в соответствующих полях *Панели свойств*.

После фиксации нового положения базовой точки будет выполнено перестроение.

**4.6.2 Команда Деформация поворотом** позволяет выполнить поворот объектов чертежа или фрагмента на заданный угол.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Деформация поворотом*) на *компактной панели*. Укажите объекты для деформации поворотом. Укажите точку центра поворота, затем укажите базовую точку т.1 и точку т.2, определяющую новое положение базовой точки.

После фиксации угла поворота будет выполнено перестроение объектов.

**4.6.3 Команда Деформация масштабированием** позволяет выполнить деформацию масштабированием объектов чертежа или фрагмента. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Деформация масштабированием*) на *компактной панели*. Укажите объекты для деформации. Задайте в соответствующих полях *Панели свойств* нужные значения коэффициента масштабирования в направлении осей координат (можно ввести разные значения коэффициента масштабирования по горизонтали и по вертикали). Ввод масштаба по оси у невозможен, если среди выделенных объектов есть окружности или дуги окружностей или виды целиком. В этом случае выполнение операции производится со значением масштаба по оси у, равным масштабу по оси х.

Укажите точку центра масштабирования. После этого будет выполнено перестроение объектов.

За один вызов команды можно отредактировать несколько объектов чертежа. Для завершения команды нажмите кнопку клавишу *Esc*.

Далее перейдем к главному меню к открывающемуся меню *Редактор*, а именно к командам: *Удалить*, *Разбить*, *Выводить по границе* и *Удлинить до ближайшего объекта*.

**4.7. Блок команд Удалить** позволяет удалять выделенные объекты, геометрические элементы и области. Имеет подменю (см. рис. 4.5), содержащее 7 следующих команд.

**Будьте внимательны!!!** Данные команды продублированы на *компактной панели Редактирования*.

**4.7.1. Команда Выделенные объекты** позволяет удалить все выделенные объекты активного документа. Если ни один элемент не выделен, команда будет недоступна.

**4.7.2. Команда Вспомогательные кривые и точки** - позволяет удалить из текущего вида активного документа вспомогательные прямые и точки, а также другие геометрические примитивы, для которых был назначен вспомогательный стиль линии.

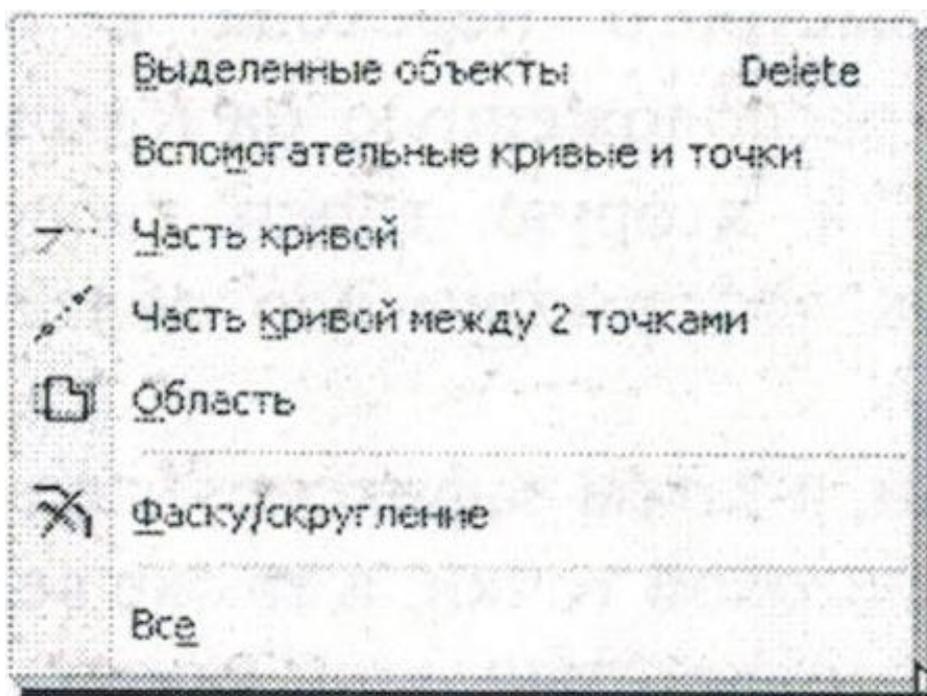


Рисунок 4.5. Расширенная панель объекта Удалить5

**4.7.3. Команда Часть кривой** - позволяет удалить часть объекта, ограниченную точками пересечения его с другими объектами. Для вызова команды нажимаем на кнопку  (*Усечь часть кривую*) на компактной панели, или в главном меню редактор — удалить — часть кривой. Далее укажите на ту часть кривой которую надо удалить/отсечь. Будет удалена часть кривой между двумя близкими точками (рис. 4.5).

**4.7.4. Команда Часть кривой между двумя точками** - позволяет удалить часть объекта, ограниченную двумя произвольно заданными точками. Для вызова команды нажимаем на кнопку  (*Усечь кривую 2 точками*) на компактной панели, или в главном меню редактор удалить — Часть кривой между 2 точками. Далее укажите на кривой которую надо удалить/отсечь, затем точки пересечения между которыми будет удалена кривая и точку удаляемого участка. Будет удалена часть кривой между двумя указанными точками (см. рис. 4.6).

**4.7.5. Команда Область** - позволяет удалить все объекты, находящиеся внутри или снаружи от некоторой границы. Переключатели группы *Режим* на *Панели свойств* позволяет указать, требуется ли удаление объектов снаружи от

границы  или внутри нее  Укажите замкнутые геометрические объекты (окружности, многоугольники, замкнутые ломаные и т. п.), все изображение внутри или снаружи которых необходимо удалить. Кнопки *Панели свойств* предоставляют дополнительные возможности задания границ области. Кнопка  (*Ручное рисование границ*) позволяет перейти к созданию временной ломаной линии, а кнопка  (*Обход границы по стрелке*) к формированию контура, образованного пересекающимися объектами. После того как границы областей указаны, нажмите для их очистки кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*. Можно указать для очистки сразу несколько расположенных в разных местах областей с границами, заданными различными способами.

**4.7.6. Команда Удалить фаску/скругления-** позволяет удалить отрезок или дугу, соединяющие концы двух других объектов (отрезков или дуг), и продолжить эти объекты до точки их пересечения. Для вызова команды нажимаем на кнопку  (*Удалить фаску/скругления*) на *компактной панели*, или в главном меню *редактор — удалить — Удалить фаску/скругления*. Далее укажите курсором на скругление или фаску.

**4.7.9. Команда Удалить все** позволяет удалить все содержимое активного документа. Для вызова команды нажмите на главном меню *редактор-удалить—Удалить все*.

**Внимание!!!** После выполнения этой команды нельзя будет воспользоваться командой *Отменить*, поэтому пользоваться ей следует исключительно осторожно.

**4.8. Команда Разбить** имеет подменю (см. рис. 4.6), состоящее из двух команд:

**4.8.1. Команда Разбить кривую** позволяет разбить объект в какой-либо точке на две части. Для вызова команды нажмите (см. рис. 4.6.) *Расширенная кнопка(Разбить кривую)*. Укажите панель объекта *Разбить кривую* курсором кривую, подлежащую разбиению. Если выбрана незамкнутая кривая, то для разбиения ее на две части требуется указание одной точки.

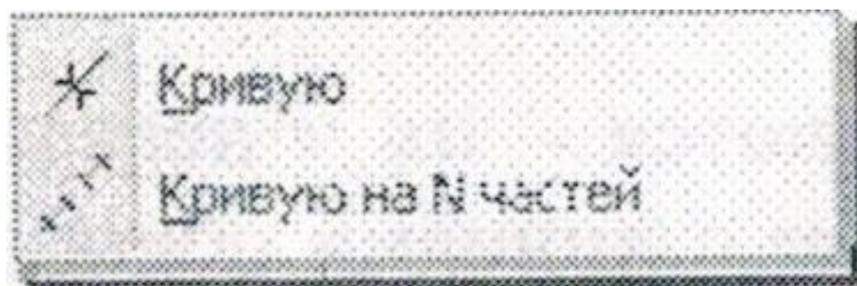


Рисунок 4.6. Расширенная панель объекта Разбить кривую

Если, выбрана замкнутая кривая, то для ее разбиения необходимо указать две точки. Если указанная точка не принадлежит выбранной кривой, то положение точки разбиения будет определяться проекцией указанной точки на кривую. Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню *геометрического калькулятора* в полях на *Панели свойств*. За один вызов команды можно разбить на две части произвольное количество кривых.

**4.8.2. Команда Разбить кривую на N частей** - позволяет разбить объект на несколько равных частей. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Разбить кривую на N частей*). Введите в поле *N* на *Панели свойств* количество частей, на которые нужно разбить кривую, затем укажите курсором кривую для разбиения. Если кривая замкнута, необходимо указать начальную точку для разбиения. Если указанная точка не принадлежит выбранной кривой, то положение точки разбиения будет определяться проекцией указанной точки на кривую. Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню *геометрического калькулятора* в поле на *Панели свойств*. За один вызов

команды можно разбить на равные части произвольное количество кривых.

**4.9. Команда Выровнять по границе** позволяет продлить объекты до указанной границы или усечь по ней. Выравнивание может потребоваться, например, при построении изображений тел вращения, а также во многих других случаях. Укажите границу выравнивания - любой геометрический объект, затем укажите объекты, которые должны быть выровнены. Вспомогательные прямые нельзя выравнивать по границе. *Кривые Безье* и *NURBS* могут быть только усечены по границе, продление их с помощью команды выравнивания невозможно. Чтобы перейти к выравниванию по другой границе, нажмите кнопку (*Указать заново*) на панели *специального управления* и выберите новую границу.

**4.10. Команда Удлинить до ближайшего объекта** позволяет продлить объект до ближайшей точки пересечения (или касания) с другим объектом. Удлинение возможно для отрезков, дуг окружностей и эллипсов.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Удлинить до ближайшего объекта*) на *инструментальной панели*. Далее укажите объект для удлинения. Удлинение объекта происходит от той его конечной точки, ближе к которой находился курсор при выборе объекта, до ближайшей точки пересечения с другим объектом.

При удлинении объектов учитываются их пересечения с геометрическими примитивами, осями, а также с линиями обрыва. Если ни один из этих объектов не пересекается с продолжением объекта, выбранного для удлинения, то удлинение не происходит.

Если имеется несколько объектов, часть из которых нужно продолжить до пересечения с объектом, а часть - усечь в точках пересечения с тем же объектом, воспользуйтесь командой Выровнять по границе.

Имейте в виду, что продолжение объекта с помощью этой команды возможно как до явных точек пересечения с границей, так и до точек пересечения с ее продолжением, в то время как команда Удлинить до ближайшего объекта продолжает объект только до явных точек пересечения с другими объектами.

**4.11. Команда Разрушить** позволяет разрушить на отдельные примитивы выделенные составные объекты. Команда разрушения может потребоваться, если необходимо отредактировать какой-либо элемент, входящий в составной объект, либо воспользоваться командой Деформация. Разрушать можно вставленные фрагменты, макрообъекты, ломаные, контуры, а также эквидистантные кривые. Если ни один из объектов нужного типа не выделен, команда будет недоступна.

Если среди выделенных перед вызовом команды объектов были такие, которые невозможно разрушить, они остаются без изменений.

Для вызова команды нажмите в главном меню *редактор* - *разрушить*, или нажмите правой кнопкой мыши, и в появившемся *контекстное меню*, выберите *разрушить*.

Для быстрой отмены ошибочного разрушения объектов нажмите кнопку (*Отменить*) на *Инструментальной панели* или комбинацию клавиш: *Alt+BackSpace* либо *Ctrl+Z*.

Чтобы собрать обратно разрушенный объект в единое целое, выделите его, и нажмите правой кнопкой мыши, в появившемся *контекстном меню*, выберите *создать макроэлемент*.

**Задание 2.** Создайте новый документ чертеж. В нем начертите объекты, представленные на рис. 4.7, используя при этом команды редактирования. На образце указаны возможные команды для выполнения задания.

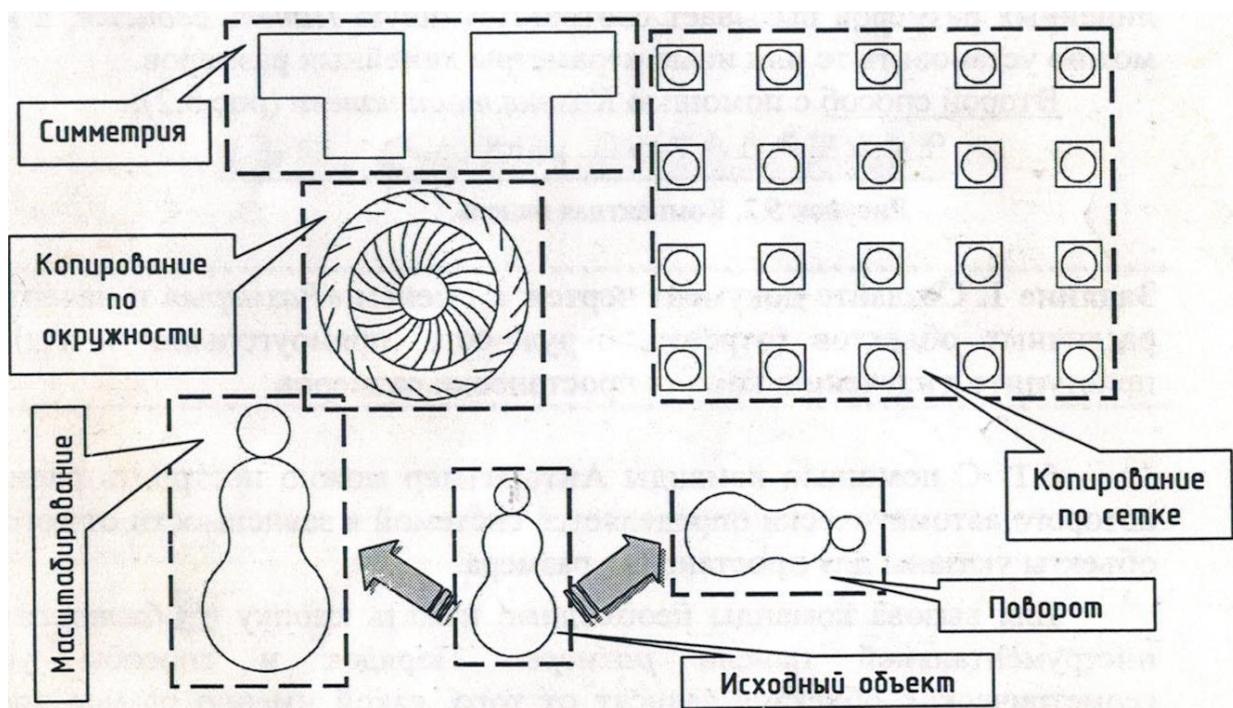


Рисунок 4.7. Образец выполнения задания

## Лабораторное занятие №5.

### «Команды простановки размеров»

Система КОМПАС предоставляет пользователю разнообразные возможности простановки размеров: несколько типов линейных, угловых, радиальных, а также диаметральный, размер высоты и размер дуги.

Есть два способа вызова команд простановки размеров.

Первый способ - с помощью системы *меню*. Для этого щелкните в главном *меню* по пункту *Инструменты*, а затем в *выпадающем меню* по пункту *Размеры*, и по пункту, например, *Линейные* (см. рис. 5.1).

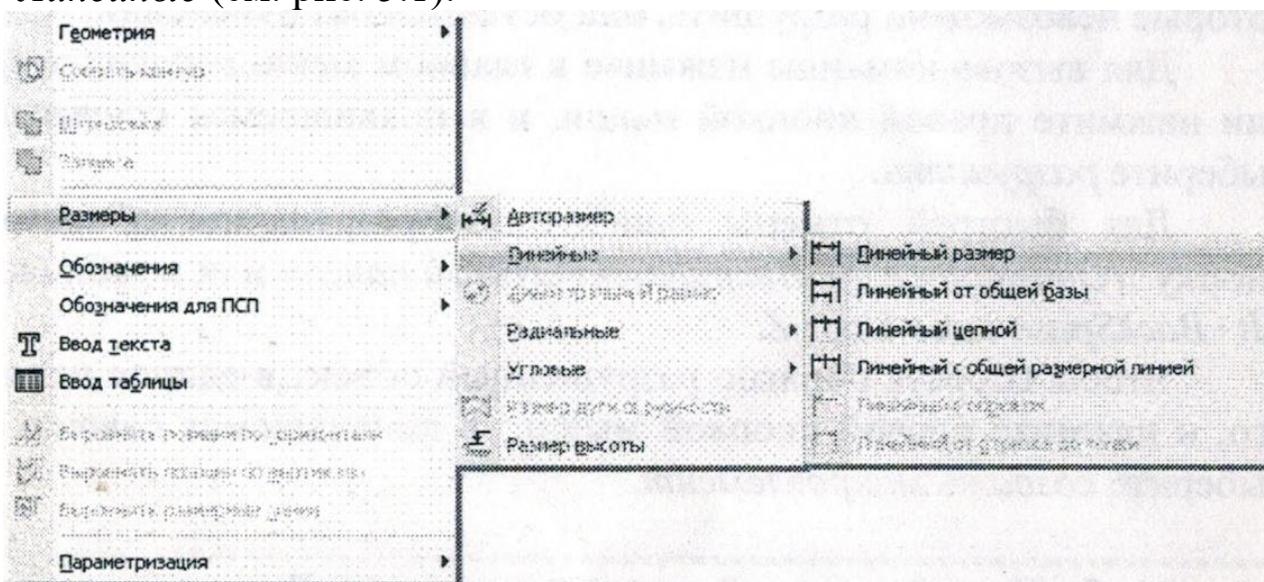


Рисунок 5.1. Всплывающее меню простановки размеров.

Щелчок по любому из пунктов всплывающего меню простановки линейных размеров вызывает соответствующую *Панель свойств*, в которой можно установить те или иные параметры линейных размеров.

Второй способ с помощью *Компактной панели* (см. рис 5.2).

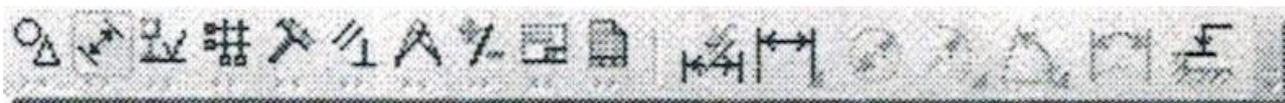


Рисунок 5.2. Компактная панель.

**Задание 1.** Создайте документ чертеж с именем «Размеры» и начертите 7-8 различных объектов (отрезок, окружность, прямоугольник и т.д.) затем приступите к изучению команд простановки размеров.

**5.1.** С помощью команды **Авторазмер** можно построить размер, тип которого автоматически определяется системой в зависимости от того, какие объекты указаны для простановки размера.

Для вызова команды необходимо нажать кнопку  (*авторазмер*) на инструментальной панели *размеры*. Порядок и способы указания геометрических объектов зависят от того, какой именно размер требуется проставить: линейный, линейный с обрывом, линейный от отрезка до точки, угловой, угловой с обрывом, диаметральный, радиальный.

Для создания *линейного авторазмера* необходимо указать точки привязки размера или отрезок, граничные точки которого будут являться точками привязки.

*Линейный авторазмер* предлагается системой по умолчанию после вызова команды *авторазмер* и указания отрезка. Если требуется проставить не простой линейный размер, а, например, линейный размер от отрезка до точки или угловой размер, то после указания первого объекта следует указать следующий объект. Система перейдет в режим построения размера, соответствующего указанным объектам.

При простановке *линейного авторазмера от отрезка до точки* необходимо обращать внимание на стиль линии выбираемых отрезков.

Для создания *линейного авторазмера с обрывом* следует указать в любой последовательности два параллельных отрезка, один из которых имеет системный стиль линии *осевая* или является системным объектом "*осевая линия*".

Для создания *линейного авторазмера от отрезка до точки* следует указать отрезок и точку.

Для создания *углового авторазмера* следует указать два непараллельных отрезка. Если один из указанных отрезков имеет системный стиль *осевая* или является системным

объектом *"осевая линия"*, то тип размера автоматически определяется как *угловой с обрывом*. При простановке простого углового размера необходимо обращать внимание на стиль линии выбираемых отрезков. Для создания *диаметрального авторазмера* следует указать окружность.

Размерная линия может быть полная или с обрывом. Для выбора нужного варианта следует воспользоваться группой переключателей *тип* (см. рис. 5.3). Так же тут, можно указать диаметральный или радиальный размер необходимо проставить.

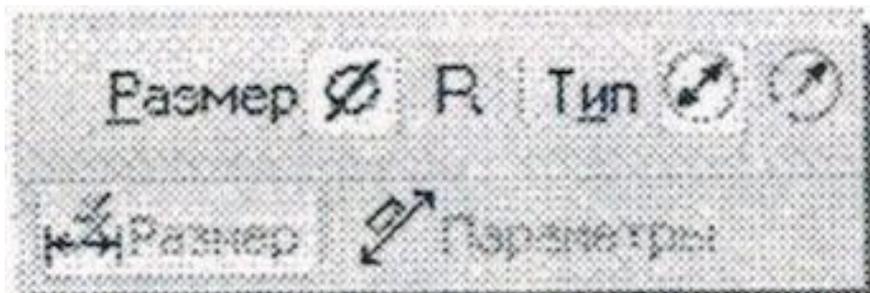


Рисунок 5.3. Панель свойств объекта авторазмер

При создании *диаметрального авторазмера* может быть построен линейный размер со знаком "диаметр" или собственно диаметральный размер. Для простановки линейного размера необходимо перемещать курсор в направлениях осей системы координат текущего вида чертежа (во фрагменте - в направлениях осей абсолютной системы координат, то есть вертикально или горизонтально), а для простановки диаметрального размера - под углом к этим направлениям.

Для создания *радиального авторазмера* следует указать дугу окружности. Группа переключателей *тип* на вкладке размер позволяет указать радиальный размер от центра или не от центра окружности (см. рис.5.3).

Возможности настройки авторазмеров практически аналогичны возможностями настройки соответствующих размеров, создаваемых с помощью специальных команд.

**5.2. Команда Линейные** позволяет проставить простой линейный размер. Имеет панель следующих расширенных команд: *Линейный размер*, *Линейный от общей базы*, *Линейный цепной*, *Линейный с общей размерной линией*,

*Линейный с обрывом и Линейный от отрезка до точки* (см. рис. 5.4).

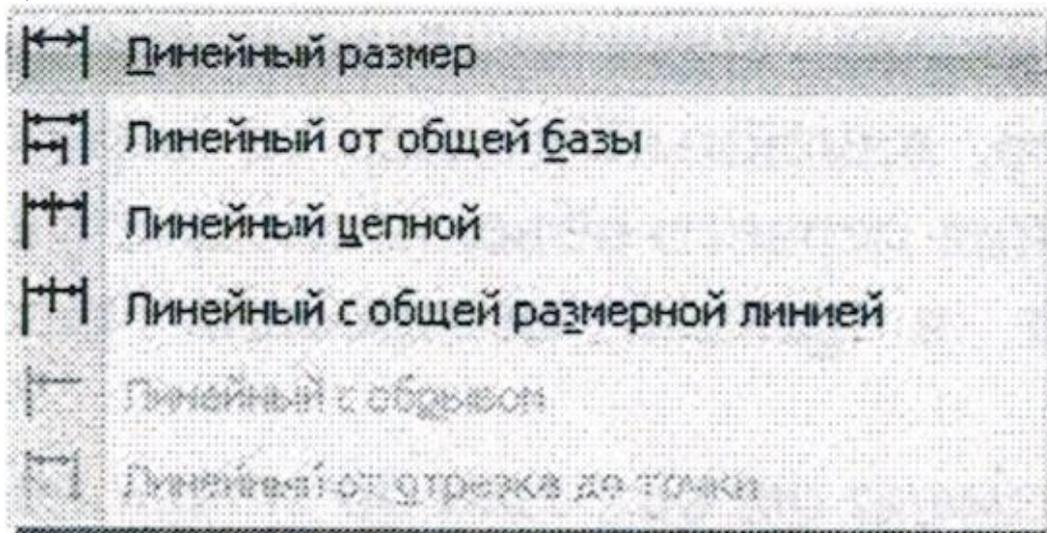


Рисунок 5.4. Расширенная панель объекта Линейные размеры

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Линейный размер*) на инструментальной панели *Размеры*. Укажите курсором точки привязки размера – т.1 и т.2 (точки выхода выносных линий), затем укажите точку, определяющую положение размерной линии т.3.

Иногда бывает трудно указать точки привязки размера (например, если рядом с этими точками расположены другие примитивы). В таких случаях можно указать сам объект для автоматического определения точек привязки размера.

Для этого нажмите кнопку  (*Выбор базового объекта*) на *Панели специального управления* и укажите курсором нужный объект (отрезок, дугу и т. п.). По умолчанию размерная линия параллельна линии, проходящей через точки привязки размера. При этом активен переключатель (*Параллельно объекту*) в группе  (*Тип*) на вкладке *Размер* на *Панели свойств*. Чтобы построить горизонтальный или вертикальный размер, активизируйте соответствующий переключатель.

В поле *Текст* на вкладке *Размер* отображается автоматически сформированная размерная надпись. Чтобы вызвать диалог редактирования и настройки размерной

надписи, щелкните мышью в этом поле. Настройка параметров размеров показана на рис. 5.5.

Диалог *Задание размерной надписи* имеет меню из трех команд: *Редактор*, *Вставить* и *Формат*.

Команда *Редактор* предназначена для редактирования вводимого текста.

Команда *Вставить* позволяет вводить в размерную надпись: дроби и индексы различной высоты, надстрочные и подстрочные буквы и цифры, спецзнаки и символы.

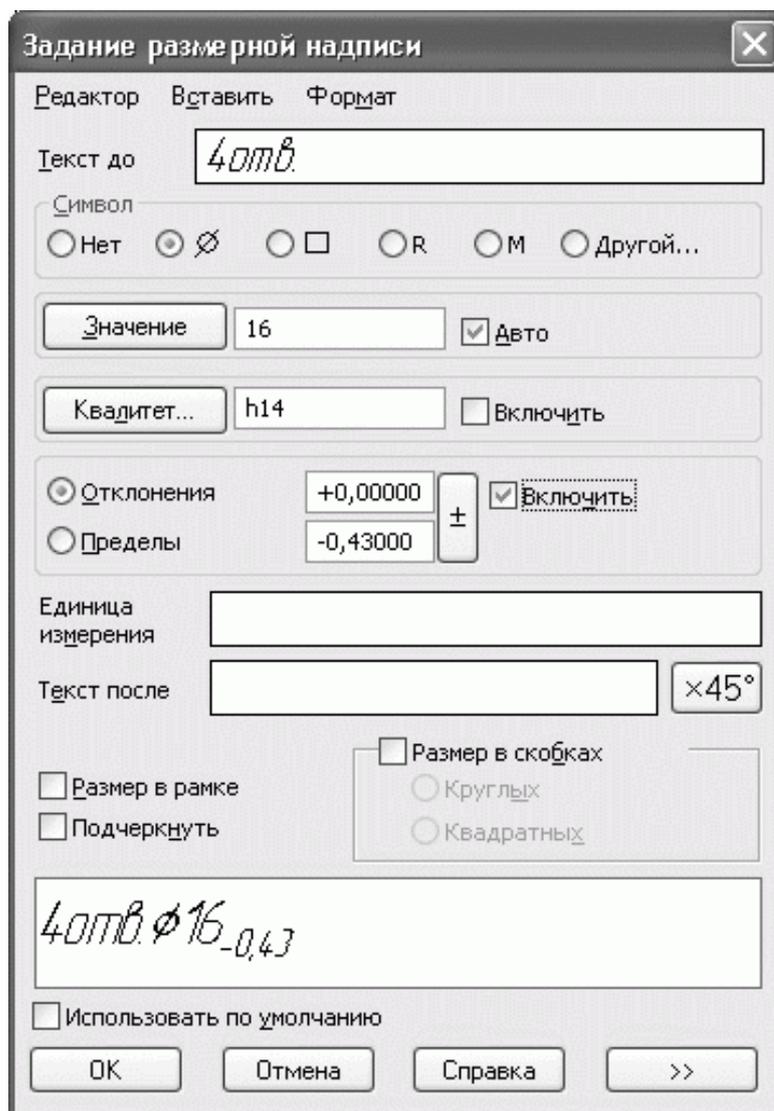


Рисунок 5.5. Задание размерной надписи.

Команда *Формат* предназначена для изменения шрифта и стиля текста размерной надписи.

В Диалоге *Задание размерной надписи* можно вводить следующие данные: *Текст до* (цифр размера), *Символ* (размера), *Значение* (размера), *Квалитет*, *Отклонение*, *Единицы измерения* и окно ввода *Текст после* (размера). Кроме этого имеются опции управления размерами: *Размер в рамке*, *Размер, в скобках* и *Подчеркнуть*. В случае необходимости ввода текста под размерной надписью, следует нажать кнопку и на экране появится дополнительное окно для ввода текста.

Для выбора необходимого допуска размера нужно нажать кнопку *Квалитет* на панели, и на экране появится диалог *Выбор качества*, где можно выбрать требуемую систему допуска (вала или отверстия), стандартного качества, а также подобрать нужные отклонения размеров вручную (см.рис. 5.6).



Рисунок 5.6. Выбор качества.

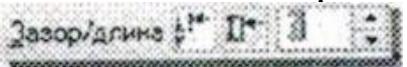
Чтобы вызвать диалог, в котором можно задать или изменить оформление размера (проставка надписи на выносной полке, тип стрелок и т. д.), нажмите вкладку **Параметры** на **Панели свойств**.

В этой строке при необходимости можно установить тип стрелок выносных линий. Для этого достаточно навести курсор на поле  и нажать левую кнопку мыши. Для того чтобы определить положение размерной надписи, нужно навести курсор на па и нажать левую кнопку мыши (см.рис. 5.7).



Рисунок 5.7. Вкладка параметры на панели свойств  
Линейные размеры

При этом всплывшее меню даст возможность выбора положения текста размера: *Автоматическое*, *Ручное*, *На полке влево*, *На полке вправо*, *На полке вверх*, *На полке вниз*, (см. рис 5.7.). Для отрисовки выносных размерных линий с одной и с другой стороны следует нажать на кнопку 

Величина зазора или длины выносных линий выбирается нажатием соответствующих кнопок . Чтобы проставить линейный размер с наклонными выносными линиями, вызовите команду создания линейного размера.

Отключите автосоздание объекта, нажав кнопку  на *Панели специального управления*. Укажите точки привязки линейного размера. Нажмите кнопку *(Параллельно объекту)* на вкладке *Размер Панели свойств*. Расположите размерную линию на нужном расстоянии от объекта. Нажмите кнопку  *(Наклонить размер)* на *Панели специального управления*. После нажатия этой кнопки все элементы вкладки *Размер* на *Панели свойств* заменяются одним полем *Угол*. Введите в него значение угла наклона выносных линий размера. Можно также «наклонить» размер мышью, перетаскивая одну из появившихся на экране характерных точек. После установки нужного положения выносных линий отожмите кнопку  *(Наклонить размер)* и зафиксируйте получившийся наклонный размер .

**5.3. Команда Диаметральный размер** позволяет построить диаметральный размер.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Диаметральный размер)* на инструментальной панели *Размеры*. Далее укажите курсором окружность или дугу, на которую требуется установить размер. Если вы случайно ошиблись при выборе окружности, нажмите кнопку  *(Указать заново)* на *Панели специального управления*, и выберите новую окружность. Размерная линия может быть полной или с обрывом. Для выбора нужного варианта воспользуйтесь группой переключателей *Тип*  на вкладке *размер Панели свойств*.

Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

**5.4. Команда Радиальные** позволяет построить простой радиальный размер. Команда *Радиальные* имеет следующую расширенную панель (см. рис. 5.8).

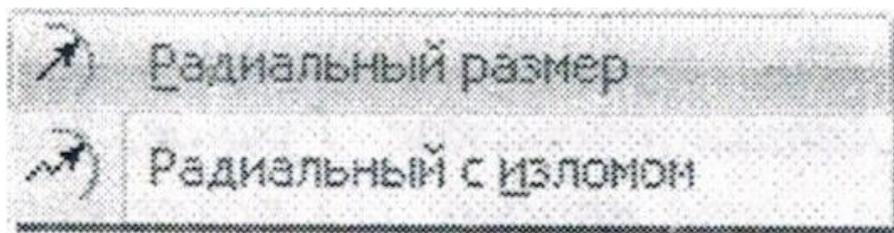


Рисунок 5.8. Расширенная панель объекта *Радиальный размер*.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Радиальный размер*) на инструментальной панели *Размеры*. Далее укажите курсором окружность или дугу окружности, на которую требуется установить размер.

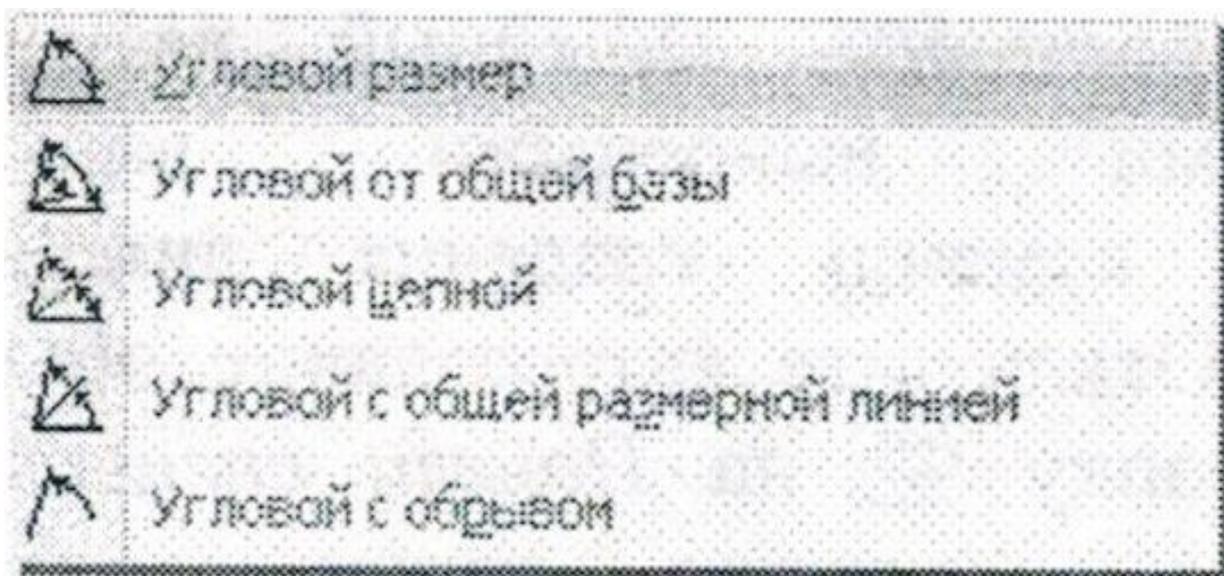


Рисунок 5.9. Расширенная панель объекта *Угловой размер*.

**5.5.** С помощью команды **Угловой размер** есть возможность простановки угловых размеров различными способами. Данная команда имеет расширенную панель из 5 команд: *Угловой размер*, *Угловой от общей базы*, *Угловой цепной*, *Угловой с общей размерной линией*, *Угловой с обрывом* (см.рис. 5.9).

Команда *Угловой размер* позволяет проставить простой угловой размер. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Угловой размер*) на инструментальной панели *Размеры*. Далее укажите курсором первый базовый объект. Одна из его

конечных точек будет принята за первую точку привязки создаваемого размера т.1, затем укажите второй базовый объект. Одна из его конечных точек будет второй точкой привязки размера т.2. Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии и надписи. Т.е. концы базовых отрезков, ближе к которым окажется размерная линия, будут приняты за точки привязки размера. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

**5.5.1. Команда Угловой от общей базы** позволяет построить группу угловых размеров с общей базой. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Угловой от общей базы*) на инструментальной панели *Размеры*. Далее укажите первый базовый отрезок, общий для группы создаваемых размеров, затем второй базовый отрезок для первого размера группы. Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии. Последовательно укажите вторые базовые отрезки и точку т.3 для остальных размеров группы. По умолчанию ориентация размера определяется системой автоматически: устанавливается угловой размер, который образован точкой на первом объекте, ближайшей к месту указания этого объекта, точкой пересечения объектов или их продолжений и точкой на втором объекте, ближайшей к месту указания этого объекта. Если этот угол тупой, в группе *Тип* на вкладке *Размеры*



становится активным переключатель на тупой угол, если острый - переключатель на острый угол. При необходимости с помощью указанных переключателей можно изменить предложенный системой способ простановки, в том числе включить простановку угла больше  $180^\circ$  (автоматический выбор этого варианта невозможен). Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

Группа размеров, построенная с помощью команды *Угловой от общей базы*, не является единым объектом - это несколько простых угловых размеров, первые базовые отрезки

которых совпадают. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры (например, расположенные на полке надписи или стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить опцию  По умолчанию (По умолчанию) на вкладке *Параметры*. Для перехода к простановке группы размеров от другой базы нажмите кнопку  (*Указать заново*) на *Панели специального управления* и укажите новый базовый отрезок.

**5.5.2. Команда Угловой цепной** позволяет построить цепь угловых размеров.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Угловой цепной*) на инструментальной панели *Размеры*. Далее укажите первый базовый отрезок, затем укажите второй базовый отрезок. Укажите точку т.З, определяющую положение размерной линии. Это положение будет одинаковым для всех размеров цепи. После чего последовательно укажите второй базовый отрезок для остальных размеров цепи. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

Все базовые отрезки, указываемые для построения цепного углового размера, должны проходить через одну точку - центр окружности, содержащей размерные линии.

Группа размеров, построенная с помощью команды *Цепной угловой*, не является единым объектом - это цепь простых угловых размеров, составленная по определенным правилам (первый базовый отрезок каждого последующего размера совпадает со вторым базовым отрезком предыдущего; размерные линии расположены на одной окружности). Поэтому, если у всех размеров цепи должны быть одинаковые параметры (например, расположенные на полке надписи или стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить опцию (*По умолчанию*) на вкладке *Параметры*. Для перехода к простановке другого цепного размера нажмите кнопку  (*Указать заново*) на *Панели специального управления* и укажите новый базовый отрезок.

**5.5.3. Команда Угловой с общей размерной линией** позволяет построить группу угловых размеров с общей размерной линией.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Угловой с общей размерной линией*) на инструментальной панели *Размеры*. Далее укажите первый базовый отрезок, затем укажите второй базовый отрезок. Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии. Это положение будет одинаковым для всех размеров группы, затем укажите вторые базовые отрезки для остальных размеров группы. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2. Все базовые отрезки, указываемые для построения углового размера с общей размерной линией, должны проходить через одну точку - центр окружности, содержащей размерные линии.

Группа размеров, построенная с помощью команды *Угловой с общей размерной линией*, не является единым объектом - это цепь угловых размеров с совпадающими первыми базовыми отрезками и специальным образом расположенными размерными надписями. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры (например, стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить опцию (*По умолчанию*) на вкладке *Параметры Панели свойств*. Ориентация каждого размера цепи определяется системой автоматически.

**5.5.4. Команда Угловой с обрывом** позволяет проставить угловой размер с обрывом. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Угловой с обрывом*) на инструментальной панели *Размеры*. Далее укажите курсором отрезок, который будет базовым для размера с обрывом. Выбранный объект будет подсвечен. Если вы случайно ошиблись при выборе объекта, нажмите кнопку  (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, затем укажите ось симметрии размера. Этой осью может быть любой прямолинейный объект: отрезок, звено ломаной, сторона многоугольника или вспомогательная

прямая. Для ориентации размера укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии и ее длину.

**5.5.5. Команда Размер дуги окружности** позволяет проставить размер дуги. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Размер дуги окружности*) на инструментальной панели *Размеры*. Далее укажите курсором дугу. Выбранный объект будет подсвечен. Если вы случайно ошиблись при выборе объекта, нажмите кнопку  (*Указать заново*) на *Панели специального управления*, затем укажите другую дугу. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

**5.5.6. Команда Размер высоты**, позволяющая построить размер высоты, часто применяется в строительстве и архитектуре. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Размер высоты*) на инструментальной панели *Размеры*. На *Панели свойств* находится список *Тип* (см. рис. 5.10), с помощью которого можно выбрать размер нужного назначения.

Чтобы построить размер высоты для вида спереди или разреза, укажите точку т.0, от которой нужно отсчитывать значения высот (то есть точку нулевого уровня).

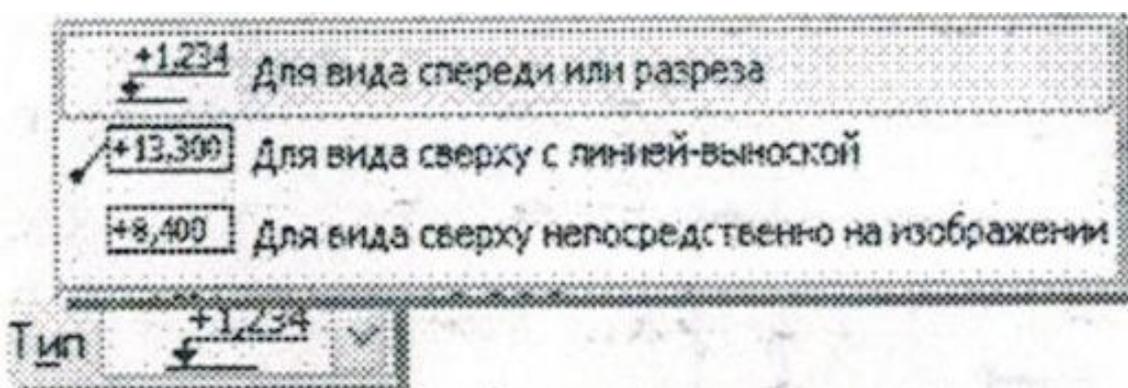


Рисунок 5.10. Расширенное меню объекта *Тип*.

Система автоматически рассчитывает значение высоты указанной точки относительно точки т.0 (расчет производится в метрах с точностью до одной десятой). Можно отредактировать автоматически установленное значение, а также настроить параметры надписи. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

Далее укажите точку т.2, определяющую положение надписи. Укажите точки т.1 и т.2 для других уровней, высота которых должна быть проставлена от этой же нулевой точки. Для перехода к созданию группы размеров *высоты* от другого нулевого уровня необходимо снять фиксацию точки, от которой производится отсчет (поле т.0 на *Панели свойств*), и указать ее новое положение. Чтобы построить размер высоты с линией-выноской, укажите точку т.1, определяющую нужный уровень (в ней будет начинаться линия-выноска), а затем точку, определяющую положение размерной надписи т.2.

Чтобы построить размер высоты непосредственно на изображении, укажите точку т.2, определяющую положение размерной надписи.

**Задание 1.** Создайте документ чертеж с именем «*Размеры 2*» на формате А3 расположение горизонтальное. С представленного ниже рис. 5.11, перечертите в созданный документ три объекта по указанным размерам, и проставьте все указанные размеры.

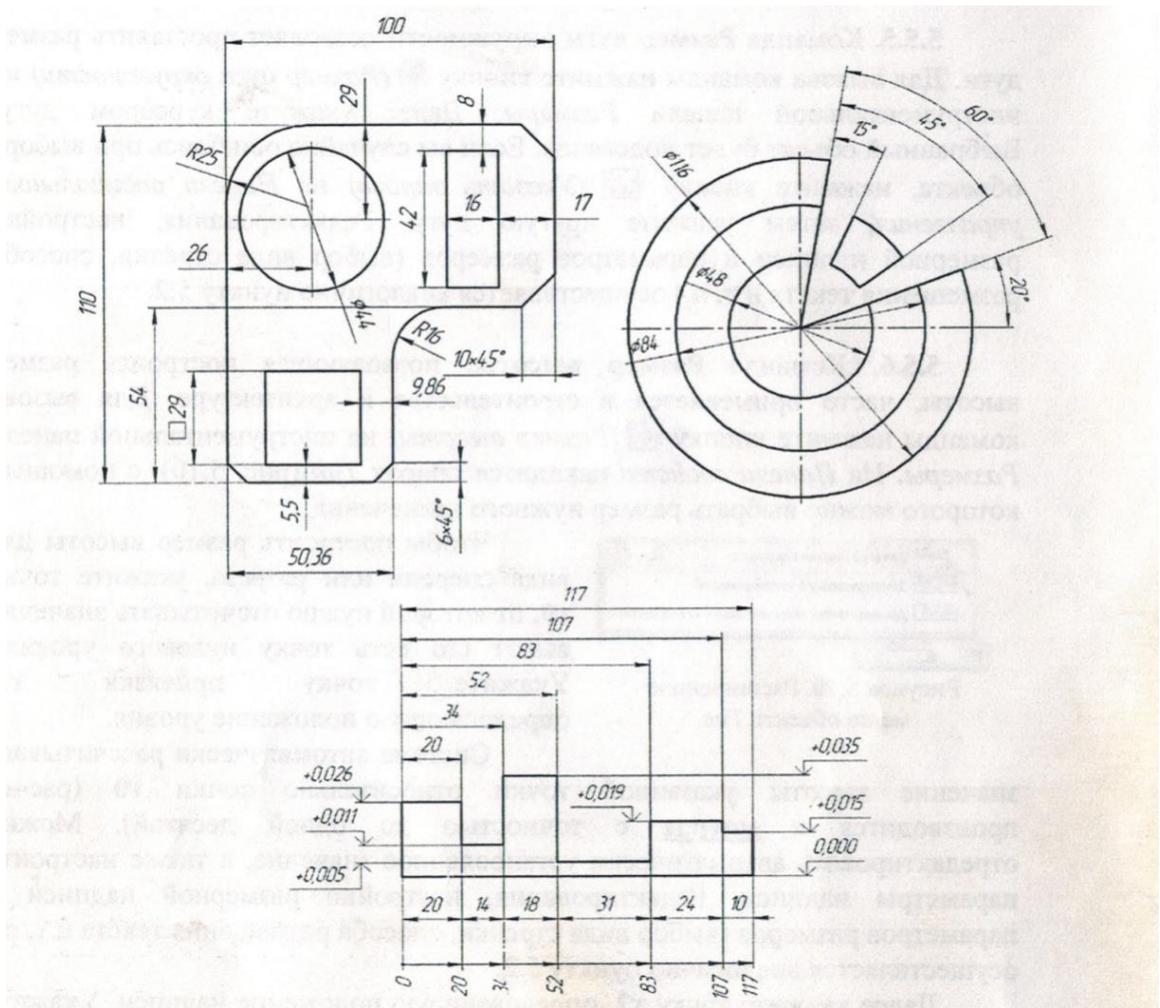


Рисунок 5.11. Пример оформления задания №1.

## Лабораторное занятие №6 «Команды простановки обозначений»

Данные команды предназначены для начертания обозначений на конструкторско-технологической документации. Имеет подменю из 9 команд: *Шероховатость*, *База*, *Линия - выноска*, *Знаки*, *Обозначение позиций*, *Допуск формы*, *Линия разреза*, *Стрелка взгляда*, *Выносной элемент*, *Автоосевая*, *Осевая линия по двум точкам*, *Обозначение центра* и *Линия обрыва* (см. рис. 6.1).

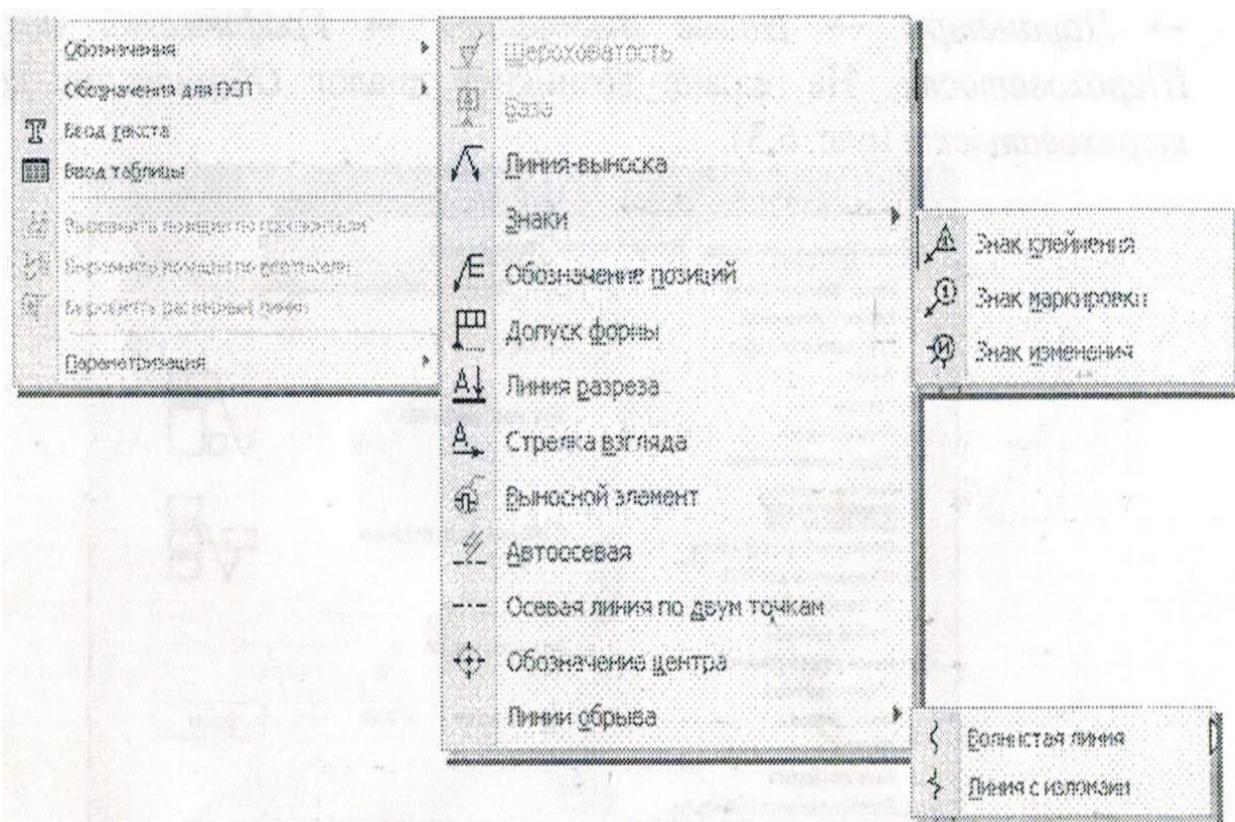


Рисунок 6.1. Расширенное меню объекта Обозначения.

**6.1. Команда Шероховатость** позволяет создать обозначение шероховатости поверхности.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Шероховатость*) на инструментальной панели. Укажите курсором базовый объект для нанесения обозначения шероховатости (контур детали, выносную линию размера и т. п.). Если вы случайно ошиблись при выборе объекта, нажмите

кнопку (*Указать заново*) на *Панели специального управления* и выберите новый базовый отрезок.

Чтобы ввести параметр и значение шероховатости, вызовите диалог ввода текста надписи специального знака, щелкнув в поле *Текст* левой кнопкой мыши (см. рис. 6.2).

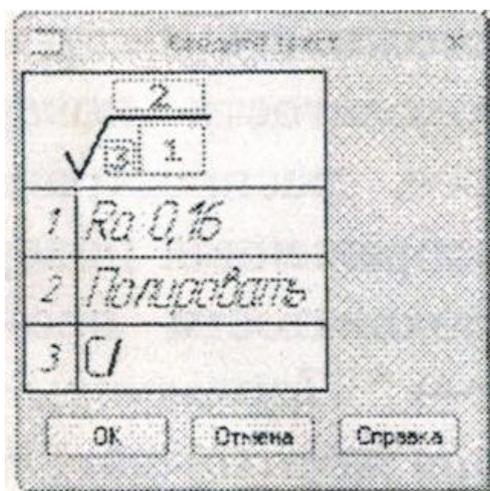


Рисунок 6.2. Диалог Текст

Затем укажите точку, определяющую положение знака. Если указанная точка не принадлежит выбранному объекту, то положение знака будет определяться проекцией указанной точки на объект. В первую позицию ввода текста, до косой черты, вводится базовая длина по ГОСТ 2789-73. После косой черты указывается шероховатость по ГОСТ 2.309-73.

Структура обозначения шероховатости определяется по ГОСТ 2.309-73 в измененной редакции, изменение № 3,2003.

Для настройки параметров обозначения шероховатости необходимо вызвать соответствующий диалог. Этот диалог появляется на экране после вызова команд настройки обозначений шероховатости в графических документах, как новых, так и текущих, который можно вызвать, нажав соответствующие кнопки команд в следующей последовательности: *Сервис - Параметры - Новые документы - Графический документ - Шероховатость*. На экране возникнет диалог *Обозначение параметров шероховатости* (см. рис.6.3).

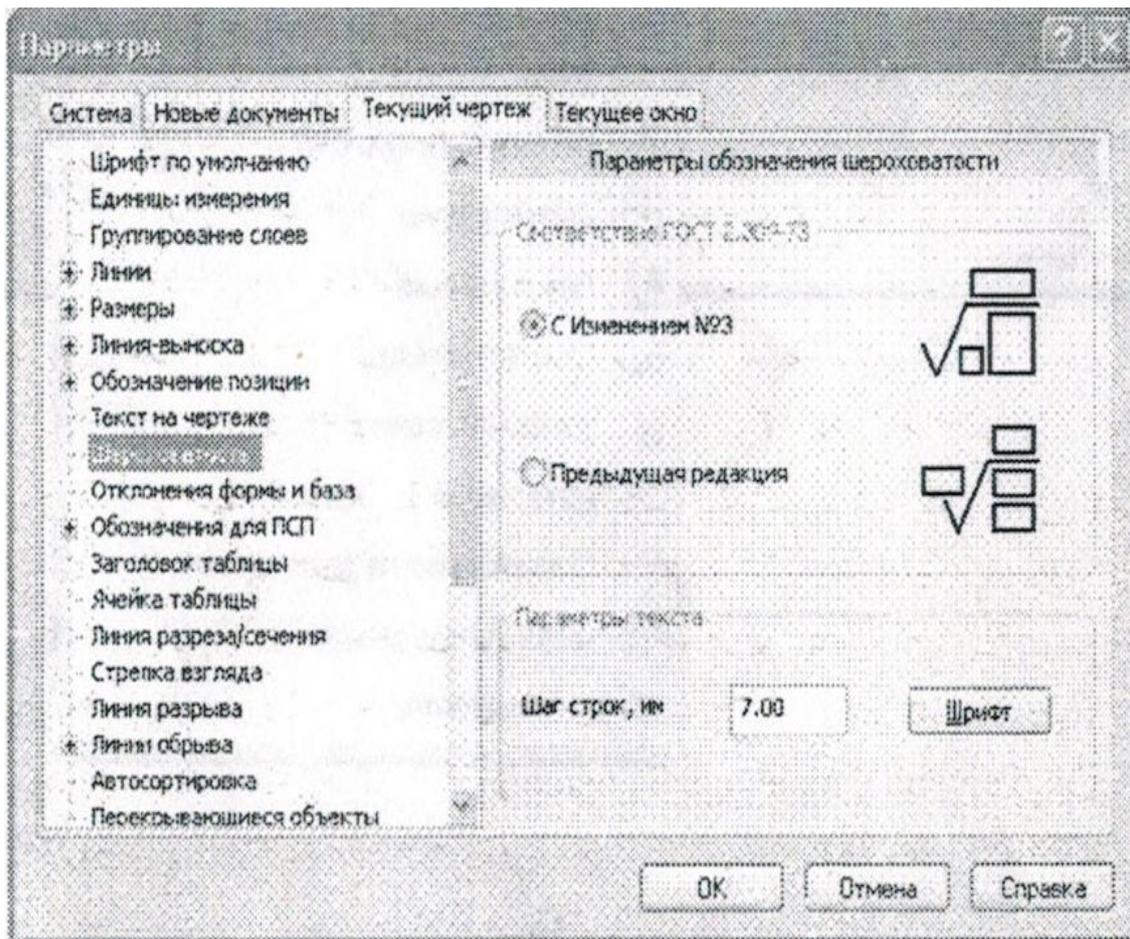


Рисунок 6.3. Диалог параметров шероховатости.

Группа опций этого диалога позволяет выбрать структуру обозначений шероховатости. При изменении данной настройки для текущего документа все имеющиеся в нем обозначения шероховатости перестраиваются. Таким образом, чтобы отредактировать обозначения шероховатости в чертеже, соответствующем предыдущей редакции ГОСТ 2.309-73, необходимо открыть этот чертеж, изменить настройку обозначений шероховатости и сохранить. В блоке *Параметры текста* есть возможность настроить текст (*Шаг строк* и *Шрифт*) в обозначениях шероховатости поверхностей. Настройка текста, сделанная в данном диалоге, распространяется на обозначения шероховатости, проставленные на изображениях поверхностей. Настройка параметров текста неуказанной шероховатости производится следующей последовательностью команд: *Сервис* –

*Параметры - Новые документы - Графический документ - Неуказанная шероховатость.*

Выбрав структуру обозначения и задав параметры текста, нажмите кнопку ОК. Для выхода из диалога без изменения настроек нажмите кнопку *Отмена*. Не выходя из команды, вы можете создать несколько обозначений шероховатости. При этом сделанная настройка отрисовки знака и укажите точку т.З, определяющую положение размерной линии и надписи. Т.е. концы базовых отрезков, ближе к которым окажется размерная линия, будут приняты за точки привязки размера. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

**5.5.1. Команда Угловой от общей базы** позволяет построить группу угловых размеров с общей базой.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Угловой от общей базы*) на инструментальной панели *Размеры*. Далее укажите первый базовый отрезок, общий для группы создаваемых размеров, затем второй базовый отрезок для первого размера группы. Укажите точку т.З, определяющую положение размерной линии. Последовательно укажите вторые базовые отрезки и точку т.З для остальных размеров группы. По умолчанию ориентация размера определяется системой автоматически: устанавливается угловой размер, который образован точкой на первом объекте, ближайшей к месту указания этого объекта, точкой пересечения объектов или их продолжений и точкой на, втором объекте, ближайшей к месту указания этого объекта. Если этот угол тупой, в группе **Тип** на вкладке **Размеры**  становится активным переключатель на тупой угол, если острый - переключатель на острый угол. При необходимости с помощью указанных переключателей можно изменить предложенный системой способ простановки, в том числе включить простановку угла больше 180° (автоматический выбор этого варианта невозможен). Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

Группа размеров, построенная с помощью команды **Угловой от общей базы**, не является единым объектом - это несколько простых угловых размеров, первые базовые отрезки которых совпадают. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры (например, расположенные на полке надписи или стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить опцию  По умолчанию (По умолчанию) на вкладке **Параметры**. Для перехода к простановке группы размеров от другой базы нажмите кнопку  (Указать заново) на **Панели специального управления** и укажите новый базовый отрезок.

**5.5.2. Команда Угловой цепной** позволяет построить цепь угловых размеров.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Угловой цепной*) на инструментальной панели **Размеры**. Далее укажите первый базовый отрезок, затем укажите второй базовый отрезок. Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии. Это положение будет одинаковым для всех размеров цепи. После чего последовательно укажите второй базовый отрезок для остальных размеров цепи. Редактирования, настройки размерной объекту. При этом в группе **Тип**  на **Панели свойств** активен переключатель **Перпендикулярно опорному элементу**. Если требуется создать наклонное обозначение, активизируйте переключатель **Произвольное расположение**.

**6.3. Команда Линия-выноска** позволяет создать произвольную линию-выноску. Для вызова команды нажмите кнопку  (**Линия-выноска**) на **инструментальной панели**. Укажите начальную точку первого ответвления линии-выноски. На экране отображается фантом создаваемой линии-выноски. Затем укажите точку начала полки т.1, после чего укажите начальные точки остальных ответвлений. Их количество не ограничено. Чтобы ввести текст на полке линии-выноски, вызовите диалог ввода надписи специального знака, щелкнув в поле **Текст** левой кнопкой мыши.

В нем можно ввести текст надписи для обозначения шероховатости, базы, маркировки, клеймения, линий-выносок и других специальных знаков.

В окне просмотра диалога отображается расположение отдельных 4 строк. В режиме ввода надписи специального знака доступны команды меню встроенного текстового редактора, а также элементы *Панели свойств*, позволяющие работать с таблицами и текстом. Если длина вводимых строк превысит габариты окна ввода, оно будет автоматически перестроено. После завершения ввода текста нажмите кнопку *ОК*. Для выхода из диалога без сохранения введенного текста нажмите кнопку *Отмена*. Линия-выноска имеет конфигурацию

из трех знаков:  (*Клеймение*), (*Маркировка*),  (*Изменение*). Каждый из знаков имеет свой диалог ввода текста, который можно вызвать также нажатием на поле *Текст*. Можно изменить конфигурацию линии-выноски, не выходя из команды. Для этого нажмите кнопку (*Редактировать ответвления*) на *Панели специального управления*. Система перейдет в режим редактирования характерных точек объекта. Внесите необходимые изменения, после чего отожмите кнопку *Редактировать ответвления*.

Чтобы зафиксировать изображение, нажмите кнопку  (*Создать объект*). Для настройки начертания линии-выноски служат элементы вкладки *Параметры* *Панели свойств* (см. рис.6.4).

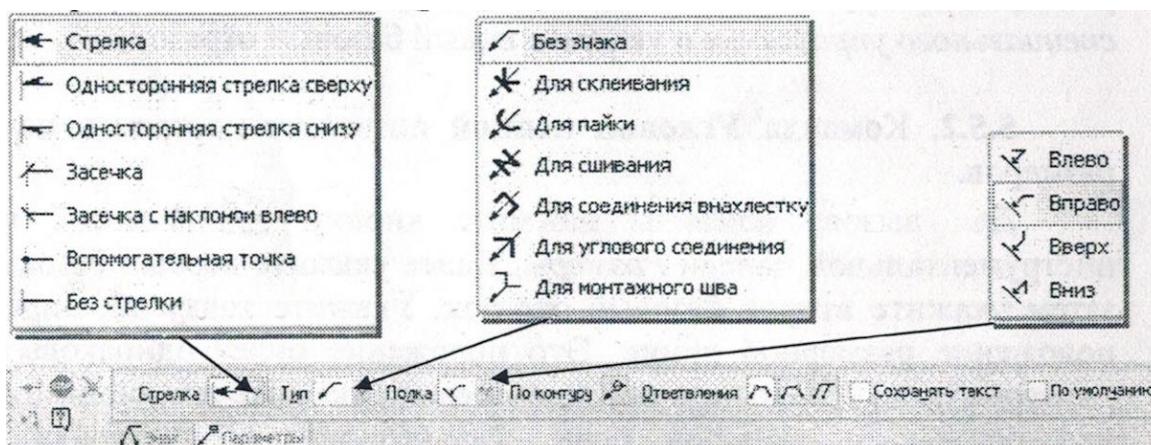


Рисунок 6.4. Панель свойств Линии выноски.

Список *Стрелка* позволяет выбрать вид стрелки линии-выноски, список *Тип-значок* для обозначения соединения, а список *Полка* - направление полки линии-выноски. Если необходимо сформировать обозначение обработки по контуру, нажмите кнопку *По контуру*.

Если текст, сформированный для текущей (создаваемой) линии-выноски, нужно использовать для остальных линий-выносок, созданных за этот вызов команды, включите опцию *Сохранять текст*. При выключенной опции каждая следующая линия-выноска формируется без текста. Если все текущие настройки вкладки *Параметры* будут использоваться при создании следующих линий-выносок до конца сеанса работы, включите опцию *По умолчанию*. При выключенной опции настройка распространяется только на текущую линию-выноску.

**6.4. Команда Обозначение позиции** позволяет создать линию-выноску для простановки обозначения позиции. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Обозначение позиции*) на инструментальной панели. Укажите начальную точку первого ответвления (первую точку, на которую указывает позиционная линия-выноска), затем точку начала полки т.1. После чего укажите начальные точки остальных ответвлений. Чтобы изменить надпись позиционной линии-выноски, вызовите диалог ввода надписи специального знака, щелкнув в поле *Текст* по вкладке *Знак* левой кнопкой мыши. На экране отобразится фантом создаваемого обозначения. Простановка позиций начинается с цифры 1, и далее, по мере проставления позиций, автоматически прибавляется. Для настройки отрисовки позиционной линии - выноски служат элементы вкладки *Параметры панели свойств*.

Из списка *Стрелка* можно выбрать вид стрелки линии-выноски. Группа переключателей *Направление полки* позволяет выбрать направление полки линии-выноски, а группа *Текст вверх/вниз* - направление добавочных полок линии-выноски.

Если все текущие настройки вкладки *Параметры* будут использоваться при создании следующих позиционных линий - выносок до конца сеанса работы, включите опцию *По*

умолчанию. При выключенной опции настройка распространяется только на текущую линию-выноску. Можно изменить ее конфигурацию, не выходя из команды. Для этого нажмите кнопку  (*Редактировать ответвления*) на *Панели специального управления*. Система перейдет в режим редактирования характерных точек объекта. Внесите необходимые изменения, после чего отожмите кнопку *Редактировать ответвления*. Чтобы зафиксировать изображение, нажмите кнопку  (*Создать объект*) на *Панели специального управления*.

**6.5. Команда Допуск формы** позволяет создать обозначение допуска формы и расположения поверхности. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Допуск формы*) на *инструментальной панели*. Укажите точку вставки рамки допуска. По умолчанию в выбранную точку помещается левый нижний угол рамки. При этом в списке *Базовая точка* на *Панели свойств* выбран вариант *Слева вниз*. Чтобы изменить положение рамки относительно точки вставки, разверните указанный список и выберите нужную строку. Чтобы включить вертикальное расположение рамки, активизируйте опцию *Вертикально*. Сформируйте таблицу допуска. Для этого щелкните мышью в поле *Текст*. На экране появится диалог ввода и редактирования надписи допуска формы. В нем можно сформировать таблицу произвольной конфигурации, ввести и отформатировать нужные символы в ее ячейках.

Формирование таблицы допусков осуществляется на вкладке

*Таблица* . Панель содержит кнопки для форматирования (выравнивание, отступы), а также кнопки для операций с ячейками: *Столбец* и *Строка*.

Вкладка *Таблица* содержит 4 блока операций с ячейками:

1. Блок слияния ячеек таблицы служит для объединения ячеек таблиц. Чтобы объединить текущую ячейку (ячейку, в которой находится курсор) с ячейкой, расположенной слева от нее, нажмите кнопку (*Объединить с левой ячейкой*). Чтобы объединить текущую ячейку с ячейкой, расположенной справа от нее, нажмите кнопку (*Объединить с правой ячейкой*). Чтобы объединить текущую ячейку с ячейкой, расположенной сверху от нее, нажмите кнопку (*Объединить с верхней ячейкой*). Чтобы объединить текущую ячейку с ячейкой, расположенной

снизу от нее, нажмите кнопку (*Объединить с нижней ячейкой*). Если в каком-либо направлении от текущей отсутствует ячейка для слияния, то соответствующая команда объединения ячеек будет недоступна.

2. Блок разделения ячеек таблицы. Чтобы разделить текущую ячейку (ячейку, в которой находится курсор) на две по горизонтали, нажмите кнопку (*Разделить ячейку по горизонтали*) или вызовите команду *Таблица — Разделение ячейки — По горизонтали*. Чтобы разделить текущую ячейку на две по вертикали, нажмите кнопку (*Разделить ячейку по вертикали*) или вызовите команду *Таблица — Разделение ячейки — По вертикали*.

3. Блок операции со столбцами таблиц. Чтобы выделить текущий столбец таблицы (столбец, в ячейке которого находится курсор), нажмите кнопку (*Выделить столбец*) или вызовите команду *Таблица — Столбец - Выделить*. Чтобы добавить столбец справа от текущего, нажмите кнопку (*Вставить столбец*) или вызовите команду *Таблица — Столбец - Вставить*. Чтобы удалить текущий столбец таблицы, нажмите кнопку (*Удалить столбец*) или вызовите команду *Таблица - Столбец - Удалить*.

4. Блок операций со строками таблиц. Чтобы выделить текущую строку таблицы (строку, в ячейке которой находится курсор), нажмите кнопку (*Выделить строку*) или вызовите команду *Таблица — Строка - Выделить*.

Чтобы добавить строку под текущей строкой, нажмите кнопку (*Вставить строку*) или вызовите команду *Таблица— Строка— Вставить*. Чтобы удалить текущую строку таблицы, нажмите кнопку (*Удалить строку*) или вызовите команду *Таблица - Строка - Удалить*.

Вкладка *Формат панели свойств* содержит текстовый редактор вводимых обозначений. Вкладка *Вставка* содержит списки вставляемых спецзнаков и символов, а также вид начертания дробных выражений, надстрочных и подстрочных индексов различной высоты.

Завершив формирование таблицы, нажмите кнопку ОК. На экране появится созданная таблица допуска формы и расположения.

Чтобы создать ответвление со стрелкой  или треугольником  нажмите соответствующую кнопку на *Панели специального управления*.

На фантоме рамки появятся восемь точек, показывающие возможные места выхода ответвлений. Щелкните мышью вблизи точки, в которой должно начинаться создаваемое ответвление. Ответвления, сегменты которых перпендикулярны друг другу, удобно создавать в режиме ортогонального черчения.

Для его включения и выключения служит кнопка (*Ортогональное черчение*) на *Панели текущего состояния*, а также клавиша *F8*. Чтобы временно перейти в режим ортогонального черчения, нажмите и удерживайте клавишу *Shift*. Если режим ортогонального черчения отключен, возможно создание ответвлений, сегменты которых наклонены друг к другу под произвольными углами.

Указывайте точки излома ответвления. Для точного указания пользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора, которое можно вызвать нажатием правой кнопки мыши в полях *Координаты характерной точки* на вкладке *Знак Панели свойств*. Можно также вводить в эти поля значения с клавиатуры.

Чтобы завершить формирование ответвления, отожмите соответствующую кнопку на *Панели специального управления*.

Для создания следующего ответвления снова нажмите нужную кнопку.

Чтобы изменить конфигурацию созданных ответвлений, нажмите

Кнопку  (*Редактировать ответвления*) на *Панели специального управления*. Система перейдет в режим редактирования характерных точек объекта. В режим редактирования характерных точек некоторых объектов сложной конфигурации (сплайнов, допусков формы и т. д.) можно также войти в процессе создания объекта, вызвав команду *Редактировать точки* из контекстного меню или нажав кнопку *Редактировать точки* на *Панели специального*

*управления*. В этом режиме характерные точки отображаются в виде маленьких черных квадратов, а объект выделяется.

Изменить положение характерной точки можно следующими способами:

- перетаскиванием характерной точки при помощи мыши. Подведите курсор к характерной точке, при этом он изменит свою форму на четырехстороннюю стрелку. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте точку. Когда нужное положение точки будет достигнуто, отпустите кнопку мыши;

- перемещением характерной точки при помощи клавиатуры. Подведите курсор к характерной точке (это можно сделать как при помощи мыши, так и при помощи клавиш со стрелками). Когда курсор изменит форму, нажмите клавишу **Enter**, активизировав тем самым характерную точку. Теперь характерная точка будет перемещаться вместе с курсором.

Перемещайте курсор при помощи клавиш со стрелками, а когда точка достигнет нужного положения, вновь нажмите клавишу **Enter**, зафиксировав тем самым ее новое положение. Обратите внимание на то, что при этом способе перемещение характерной точки будет дискретным, кратным текущему шагу курсора;

- перемещением характерной точки с осуществлением привязки. Во - первых, при перетаскивании характерной точки курсором (как при помощи мыши, так и при помощи клавиатуры) срабатывают включенные в данный момент глобальные привязки. Во-вторых, при перетаскивании точки можно воспользоваться локальными привязками. Для этого в процессе перемещения нажмите правую кнопку мыши или комбинацию клавиш **Shift+F10** и вызовите из появившегося контекстного меню нужную привязку (при этом левая кнопка мыши освободится). Перемещайте курсор, а когда привязка сработает, щелкните левой кнопкой мыши или нажмите клавишу **Enter**. В-третьих, при перетаскивании точки можно воспользоваться клавиатурными привязками. Для этого в процессе перемещения нажмите клавиатурную комбинацию, вызывающую нужную привязку, а после выполнения привязки отпустите левую кнопку мыши или нажмите клавишу **Enter**;

- заданием координат характерной точки. Активизируйте характерную точку. Для этого любым способом подведите к ней курсор, а когда он изменит форму, щелкните левой кнопкой мыши или нажмите клавишу **Enter**. На **Панели свойств** появятся поля с координатами этой точки. Введите в поля координат новые значения и зафиксируйте их, нажав клавишу **Enter**. После этого характерная точка займет новое положение.

- удалением характерной точки. Активизируйте характерную точку и нажмите клавишу **Delete**. После этого характерная точка исчезнет, и объект перестроится в соответствии с положением оставшихся характерных точек. При редактировании положения характерной точки перечисленные способы можно комбинировать. Например, активизировать точку мышью, а переместить и зафиксировать при помощи клавиатуры. Или активизировать точку при помощи клавиатуры, выполнить локальную привязку и зафиксировать новое положение мышью. Кроме того, при редактировании таких объектов, как линия-выноска, допуск формы и расположения, можно добавлять новые точки изломов. Для этого щелкните мышью на нужном звене. Оно будет разбито на две части новой вершиной, расположенной в указанной точке. Вы можете «перетащить» ее в любое место.

Чтобы зафиксировать изображение, нажмите кнопку (*Создать объект*) на **Панели специального управления**. Результат действия Команды *Допуск формы* показан на (рис. 6.5.).

**6.6. Команда Линия** разреза позволяет создать линию разреза или сечения.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Линия разреза*) на *инструментальной панели*. Укажите начальную (расположенную ближе и изображению изделия) точку линии разреза. Указывайте точки перегиба линии. Для точного указания пользуйтесь привязками или меню *геометрического калькулятора* в полях *Текущая точка* на вкладке *Знак Панели свойств*. Можно также вводить в эти поля значения с клавиатуры.

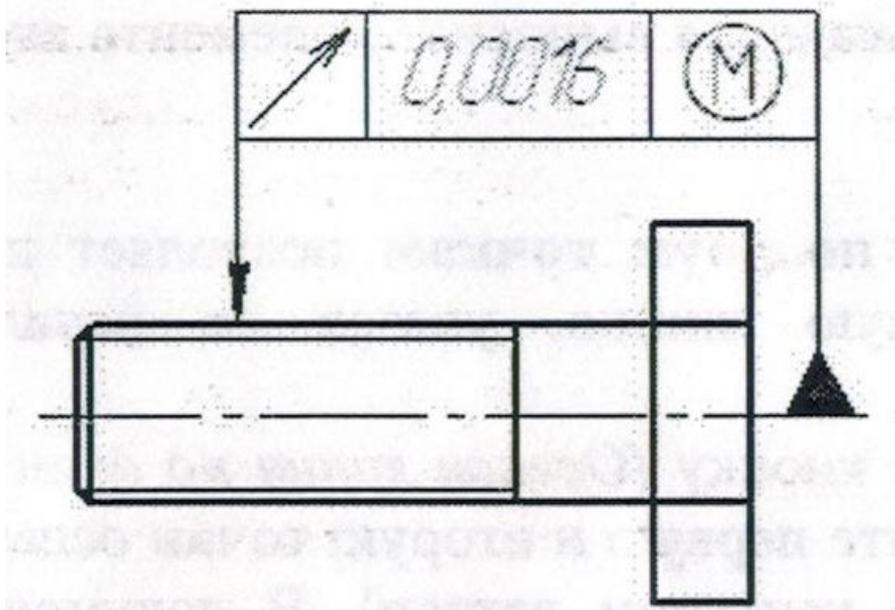


Рисунок 6.5. Пример обозначения Допуска формы

С помощью группы *Тип* на *Панели свойств* можно выбрать, с какой стороны от линии разреза должны располагаться стрелки, показывающие направление взгляда. Чтобы изменить символ или его начертание, вызовите диалог ввода надписи специального знака, щелкнув в поле *Текст* левой кнопкой мыши. На экране отображается фантом создаваемого обозначения. Линию разреза, сегменты которой перпендикулярны друг другу (например, при оформлении ступенчатого разреза), удобно создавать в режиме ортогонального черчения.

**6.7. Команда Стрелка взгляда** позволяет построить стрелку, указывающую направление взгляда. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Стрелка взгляда*) на *инструментальной панели*.. Укажите начальную точку (острие) стрелки т.1, затем укажите точку т.2, определяющую направление стрелки. После чего укажите точку т.3, определяющую положение надписи. В поле *Текст* на *Панели свойств* отображается предлагаемая системой буква для обозначения стрелки взгляда. Чтобы изменить символ или его начертание, вызовите диалог ввода надписи специального знака, щелкнув в поле *Текст* левой кнопкой мыши. Стрелку,

расположенную строго вертикально или горизонтально, удобно создавать в режиме ортогонального черчения.

**6.8. Команда Выносной элемент** позволяет создать обозначение выносного элемента.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Выносной элемент*) на *инструментальной панели*. Укажите точку центра контура, ограничивающего выносной элемент. Задайте размеры контура: для окружности диаметр или радиус, для прямоугольника - ширину и высоту. Укажите точку начала полки т.2. Формирование текста обозначения выносного элемента аналогично пункту 6.7.

**6.9. Команда Осевая линия по двум точкам** позволяет построить произвольно расположенную осевую линию, указав ее начальную и конечную точки.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Осевая линия по двум точкам*) на *инструментальной панели*. Укажите первую и вторую точки осевой линии (например, точки ее пересечения с контуром детали). В документе будет создана осевая линия, выступающая за указанные точки.

**6.10. Команда Автоосевая** позволяет построить осевую линию. Положение и размеры осевой линии могут быть автоматически определены системой относительно объектов чертежа либо заданы пользователем.

Объекты для построения автоосевой:

- точки;
- отрезки;
- осесимметричные объекты.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*автоосевая*) на *инструментальной панели*.

Для управления параметрами автоосевой служат переключатели группы *Способ*. Автоосевая может быть построена:

1. Без использования переключателей группы *Способ*:

- по двум точкам;
- в виде обозначения центра осесимметричного объекта.

2. С использованием переключателей группы *Способ*:

- по объектам .

- с указанием границы .

**6.11. Команда Обозначение центра** позволяет создать обозначение центра.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Обозначение центра*) на *инструментальной панели*. По умолчанию обозначение центра формируется в виде двух пересекающихся осей. При этом в группе *Тип* на *Панели свойств* активен переключатель *две оси*.

Чтобы создать условное обозначение центра или одну ось, активизируйте соответствующий переключатель. Если требуется сформировать обозначение центра осесимметричного объекта (окружности, дуги окружности, эллипса, дуги эллипса, прямоугольника, правильного многоугольника), укажите этот объект. Если указан эллипс, дуга эллипса, прямоугольник или правильный многоугольник, обозначение центра немедленно фиксируется. Угол наклона обозначения при этом определяется автоматически. Если указана окружность или ее дуга, то для фиксации обозначения центра необходимо также указать угол его наклона мышью или введя в поле *Угол* нужное значение. Чтобы перейти к построению обозначения центра другого объекта, нажмите кнопку (*Указать заново*) на *Панели специального управления* и выберите нужный объект. Если необходимо построить осевые линии, не принадлежащие ни одному осесимметричному объекту, активизируйте поле *Центр* или *Угол* на *Панели свойств*. Затем задайте положение центральной точки обозначения и угол его наклона любыми способами в любом порядке. Для настройки параметров обозначения центра нужно нажать на вкладку *Параметры*, расположенную на *Панели свойств*. В результате выполнения команды создается специальный системный макрообъект - обозначение центра. Оси обозначения центра пересекаются в центре базовой кривой всегда штрихами и выходят за нее на расстояние 2 мм. Согласно ГОСТ осевые линии должны начинаться и заканчиваться штрихами. Чтобы выполнить это требование, при отрисовке линий производится пропорциональное изменение длин штрихов. Если при расчете длины штриха

должно учитываться только условие попадания полученного значения в диапазон, заданный стандартом (5-30 мм), включите опцию *Автоопределения*. Если кроме выполнения указанного условия длина штрихов не должна превышать определенного значения, выключите опцию *Автоопределение* и задайте максимальную длину штриха в поле *Штрих*. По умолчанию обозначение центра никак не связано с объектом, указанным в ходе выполнения операции, и может редактироваться отдельно.

**6.12. Команда Ввод текста** позволяет создать текстовую надпись в чертеже или фрагменте. Каждая надпись может состоять из произвольного количества строк. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Ввод текста*) на *инструментальной панели*. После вызова команды система переключается в режим работы с текстом. При этом изменяются количество и названия команд *Главного меню*, а также состав *Компактной панели*. С помощью группы переключателей (*Размещение*) выберите расположение текста относительно точки привязки. В поле *Угол* можно ввести угол наклона строк текста к оси x текущей системы координат.

Укажите точку привязки текста и введите нужное количество строк, заканчивая набор каждой из них нажатием клавиши *Enter*. Можно изменить установленные по умолчанию параметры текста с помощью элементов управления, расположенных на вкладке *Формат Панели свойств*, а также вставить различные специальные объекты с помощью элементов вкладки *Вставка*. Вы можете создать несколько надписей за один вызов команды *Текст*. Закончив ввод первой надписи, переместите курсор за пределы рамки ввода и нажмите левую кнопку мыши. Предыдущая надпись автоматически зафиксирована, а в указанном вами месте откроется новое поле ввода текста. Можно также изменить расположение текста, не прерывая команды. Для этого вызовите из контекстного меню команду *Редактировать размещение*.

На панели свойств появятся элементы *Точка привязки*, *Угол* и *Размещение*, и вы сможете задать нужное расположение текста. Для выхода из режима ввода текста нажмите кнопку

Прервать команду на Панели специального управления или клавишу *Esc*. Чтобы зафиксировать изображение, нажмите кнопку (*Создать объект*) на Панели специального управления.

**6.13. Команда Ввод таблицы** позволяет создать таблицу в чертеже или фрагменте. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Ввод таблицы*) на инструментальной панели.

Разберем создание таблицы на примере. Допустим, вам надо создать таблицу, изображенную на рис. 6.6.

№	Наименование	Код	Годы		
			2005	2006	2007
1	T-150	007	12	11	14
2	MT3-80		4	5	2

Рисунок 6.6. Образец таблицы.

Допустим, что таблица должна иметь следующие размеры: ширина первого столбца 16 мм, второго столбца 42мм; третьего 22 мм, четвертого, пятого и шестого столбцов 28 мм.

Высота заголовка, первой строки 20мм, второй и третьей строк - 10 мм. Создание таблицы включает несколько этапов.

Первый этап - вход в режим создания таблицы:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке  переключателю Появится панель инструментов;

- щелкните на панели инструментов по первой кнопке 3) (*Ввод таблицы*).

Появится Панель свойств. В строке сообщений появится подсказка: «*Укажите точку привязки текста или введите ее координаты*».

Второй этап - установка параметров таблицы:

- переместите указатель мыши в точку привязки Таблицы. Появится диалоговое окно Создать таблицу (см.рис. 6.7);

- введите в поле *Число столбцов* количество столбцов новой таблицы, например, 6;

- введите в поле *Число строк* количество строк новой таблицы 4;

- введите в поле Ширина столбца ширину столбцов новой таблицы - 28 мм;

- введите в поле Высота строки высоту строк новой таблицы - 10 мм;

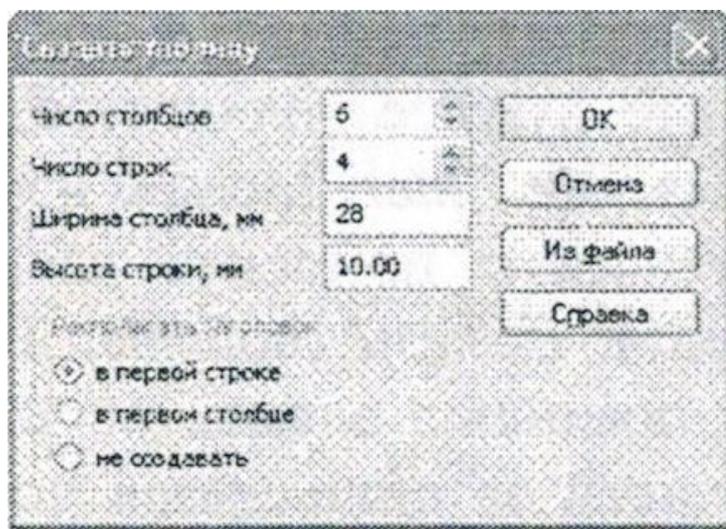


Рисунок 6.7. Диалог Создать таблицу

**щелкните по переключателю *Располагать заголовок в первой строке*:**

- щелкните по кнопке ОК. Появится шаблон таблицы.

Третий этап - изменение параметров таблицы:

- переместите указатель мыши на линию между первым и вторым столбиками и, как только появится двухсторонняя стрелка, нажмите левую кнопку мыши, и, не отпуская ее, переместите указатель мыши, а вместе с ним и линию до ширины 16 мм, а затем отпустите кнопку мыши. Можно ширину отредактировать и помощью диалога *Формат ячейки*. Переместите курсор в первый столбик и нажмите на *панели*

*свойств Ввод таблицы* на вкладку *Таблица* и на кнопку  (*Формат ячейки*) (см. рис 6.9). Одновременно в данном диалоге можно изменять высоту строки и положение текста в ячейке.

**Внимание!!!** Когда вы передвигаете границы внутренних столбцов с помощью мыши, общая ширина таблицы не меняется, т.е. увеличивая ширину столбца, соседний уменьшается.

Поэтому для лучшей точности используйте диалог *Формат ячейки*.



Рисунок 6.8. Панель свойств *Ввод таблицы* с вкладкой *Таблица*.

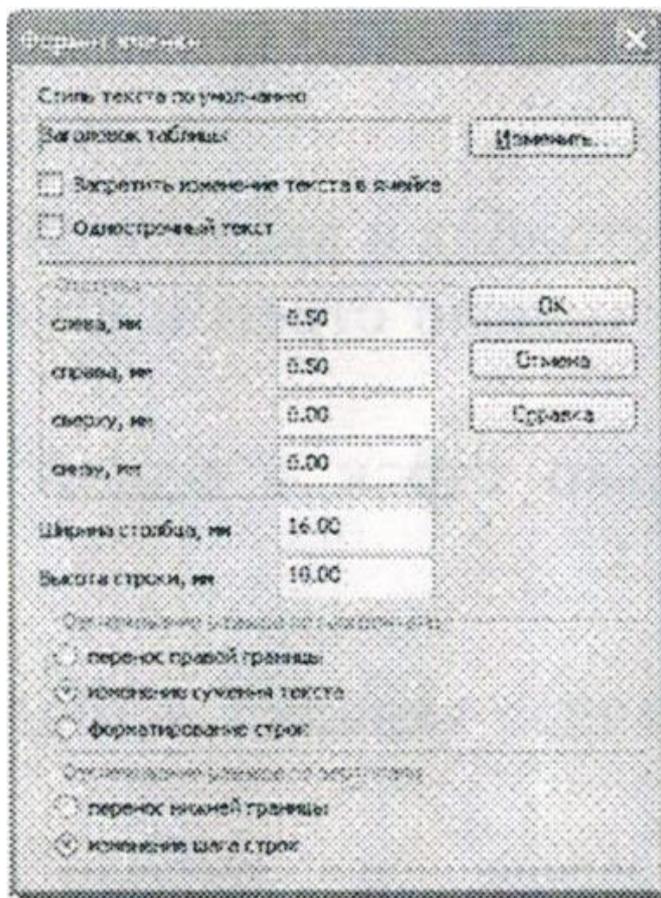


Рисунок 6.9. Диалог *Формат ячейки*.

Теперь редактируем второй и третий столбик, второй - ширина 42мм, третий - 22мм.

Затем объединим ячейки.

Выделите ячейки, которые нужно объединить. В нашем примере:

- выделите в первом столбце первую и вторую ячейку (см. рис.6.10);

- щелкните на *Панели свойств Ввод таблицы* по вкладке *Таблица* для ее открытия;

- щелкните на вкладке *Таблица* по кнопке  (*Объединить ячейки*).

Тут же две ячейки - первая и вторая ячейки столбца будут объединены (рис. 6.11).

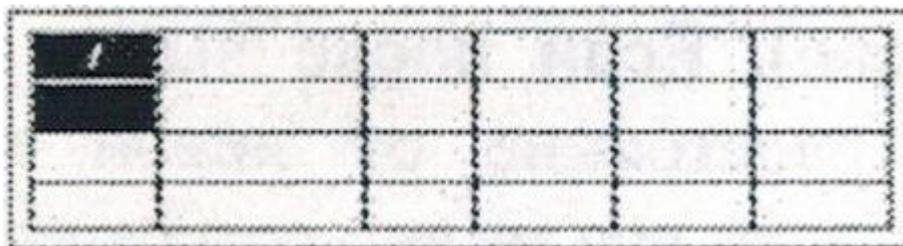


Рисунок 6.10. Таблица в режиме редактирования.

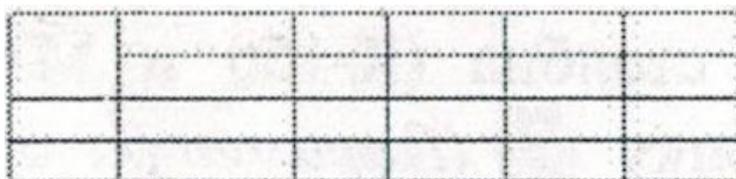


Рисунок 6.11. Состояние таблицы после объединения ячеек.

Этим же способом объедините: во втором столбце первую и вторую ячейки; в третьем столбце первую и вторую ячейки и третью и четвертую; в четвертом, пятом и шестом столбцах объедините между собой первые ячейки.

Получим следующее состояние таблицы (см. рис 6.12).

Если посмотреть на образец (рис. 6.6) и на (рис 6.12) можно заметить, что стиль линий разный (показано стрелочками).

■ чтобы изменить стиль линий с тонкой на основную, выделите верхнюю строку (рис.6.13) и нажмите на *Панели свойств Ввод таблицы* по вкладке *Таблица* для ее открытия.

■ выберите *Стиль* на панели свойств сплошная, и *Границы* нажмите на (*Внешние границы*)(рис. 6.14), не снимая выделения, в *Границы* выберете (*Внутренние границы*).

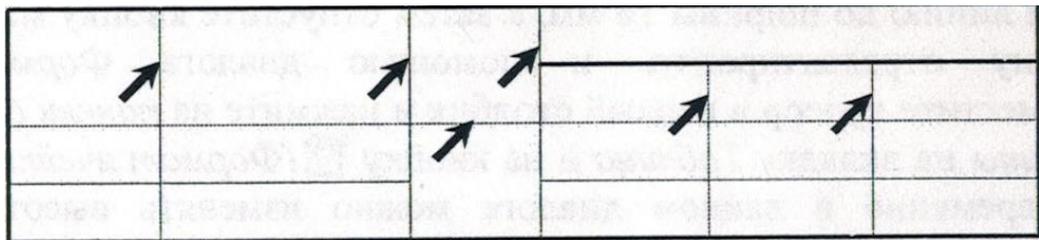


Рисунок 6.12. Возможные состояния таблицы

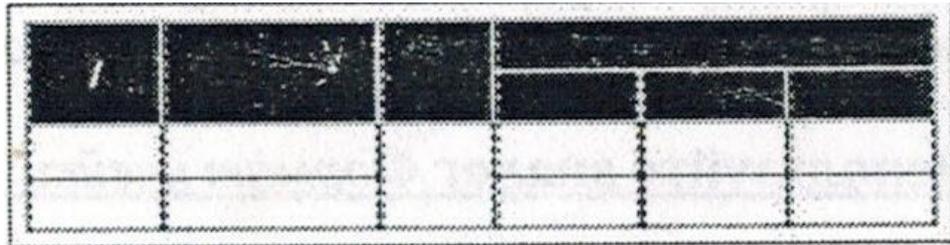


Рисунок 6.13. Таблица в режиме редактирования.

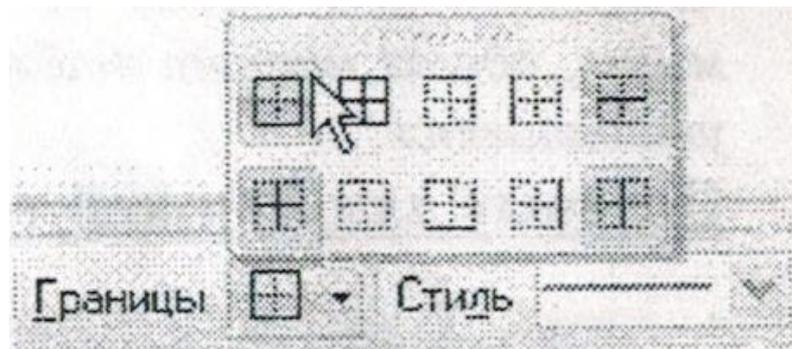


Рисунок 6.14. Выбор Границ.

Далее выделите вторую и третью ячейку первого столбца и так же для них примените сначала *Границы внешние*, затем *внутренние*.

Теперь перейдем к ее заполнению.

Четвертый этап ввод текста в таблицу:

- щелкните мышкой в первую ячейку первого столбца и введите №;
- далее можно перемещаться по ячейкам с помощью стрелок клавиатуры
- если требуется разместить текст в несколько строк в одной ячейке, нажмите *Enter*.
- введите остальной текст.

Редактирование текста происходит с помощью вкладки *А Формат* на панели свойств таблицы.

Выделите вторую и третью ячейку второго столбца и выровняйте их по левому краю, для этого нажмите по кнопке (Выровнять влево). Если после выравнивания, не устраивает расстояние от левой границы столбца до текста, то его можно отредактировать с помощью (Параметра абзаца). Для этого в нашем примере, выделите вторую и третью ячейку второго столбца (К-150 и МТЗ-80) и нажмите на кнопку (Параметра абзаца) на панели свойств (рис.6.15) В появившемся диалоге в поле *Отступ слева* введите 2 мм и нажмите *ОК*. Таблица закончена.

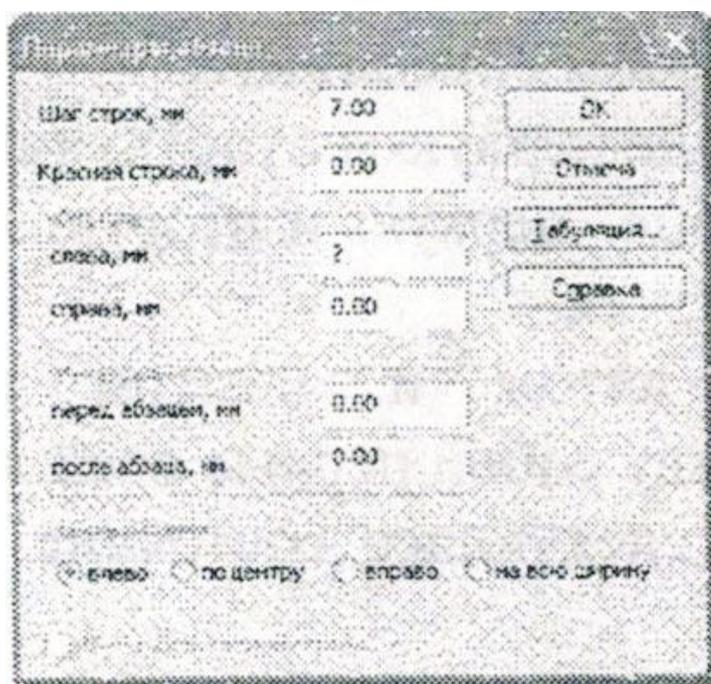


Рисунок 6.15. Диалог *Параметры абзаца*.

## Лабораторное занятие №7 «Создания и оформление чертежа»

### 7. Создание рабочего чертежа крышки

Рассмотрим процесс создания рабочего чертежа крышки шириной  $40 \pm 0.1$  мм, с внешним диаметром 128 мм, с внутренним диаметром 60 мм, с внешней фаской  $4 \times 45^\circ$  на стандартной форматке А3 (расположение горизонтальное). Нам понадобится создать два вида крышки: главный вид и вид сбоку (рис.7.1).

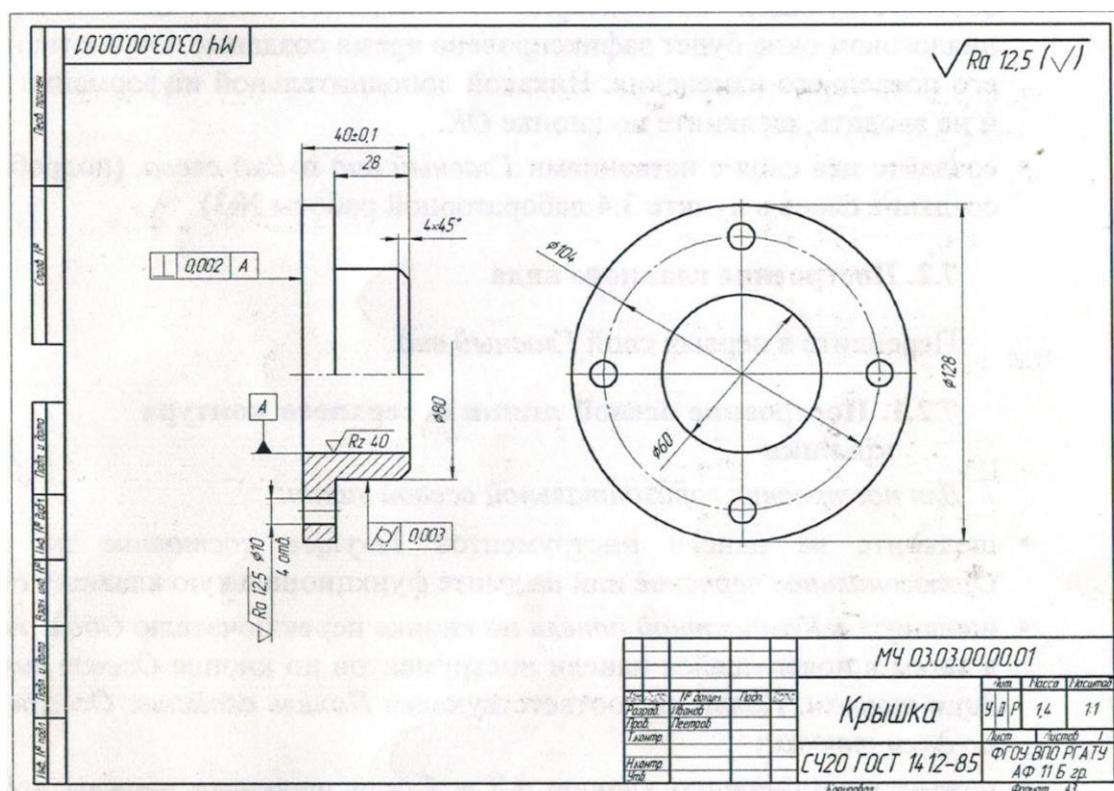


Рисунок 7.1. Крышка.

#### 7.1. Создание нового документа и установка привязок

Для создания нового документа:

- нажмите комбинацию клавиш *Ctrl* + *N*. Появится диалоговое окно *Новый документ* с открытой вкладкой *Новый документ*.
- щелкните по пиктограмме *Чертеж* на вкладке *Новые документы*. По умолчанию выдается стандартный формат листа А4 с вертикальной ориентацией;

- щелкните правой кнопкой в окне документа и, в появившемся контекстном меню, выберите *Параметры* текущего документа. В открывшемся окне диалога *Параметры*, раскройте пункт *Параметры первого листа*, и нажмите на *Формат*. Теперь измените формат листа на *A4* и ориентация *Горизонтально*. Нажмите *ОК*;

- щелкните по кнопке *Сохранить* - третьей кнопке на *Стандартной* панели инструментов. Появится диалоговое окно *Укажите имя файла для записи*;

- введите в текстовом поле *Имя файла* название чертежа, например, *Чертеж Крышки*;

- щелкните по кнопке *Сохранить*. Появится окно под названием *Информация о документе*;

- введите в текстовом поле под названием *Автор* имя автора и, если нужно, соответствующий комментарий в текстовом поле *Комментарий*. В диалоговом окне будет зафиксировано время создания документа и время его последнего изменения. Никакой дополнительной информации можно и не вводить, щелкните по кнопке *ОК*.

- создайте два слоя с названиями *Главный вид* и *Вид слева*, (подробно про создание слоев в пункте 3.4. лабораторной работы №3)

## **7.2. Построение главного вида**

Перейдите в первый слой *Главный вид*.

### **7.2.1. Построение осевой линии и верхнего контура крышки**

*Для построения горизонтальной осевой линии:*

- щелкните на панели инструментов *Текущее состояние* по кнопке *Ортогональное черчение* или нажмите функциональную клавишу *F9*;

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Обозначения*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Осевая линия по двум точкам*. Появится соответствующая *Панель свойств: Осевая линия по двум точкам*;

- нажмите комбинацию клавиш *Alt + L* или щелкните дважды в *Панели свойств: Осевая линия по двум точкам* в поле

*Длина* и введите в него значение 80 мм и нажмите клавишу *Enter*. Появится осевая.

Укажите с помощью мыши ее расположение, и нажмите левую кнопку для ее фиксации.

*Построение верхнего контура крышки.*

Построить верхний контур можно с помощью команды *Отрезок* или *Непрерывный вод объектов*. Воспользуемся второй командой:

- щелкните в Компактной панели по кнопке переключателю Геометрия, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Непрерывный вод объектов*;

- щелкните в Панели свойств: Непрерывный вод объектов по раскрывающемуся списку Стиль, а в нем по стилю Основная;

- нажмите комбинацию клавиш Alt + L или щелкните в Панели свойств: Непрерывный вод объектов по полю Длина;

- введите в выделенное поле с клавиатуры 128/2 и нажимаем Enter;

- далее введите в поле Угол значение 90 и нажимаем Enter;

- затем подведите курсор мыши к левому концу осевой и немного отступив вправо (2-3 мм), нажмите любую кнопку мыши для фиксации, (если вы ошиблись нажмите *Отменить* и повторите заново).

Не выходя из команды продолжаем дальше:

- нажмите комбинацию клавиш Alt + L или щелкните в Панели свойств: Непрерывный вод объектов по полю Длина,

- введите в выделенное поле с клавиатуры 40-28 и нажимаем Enter;

- щелкните в поле Угол и введите значение 0, нажимаем Enter;

- щелкните в Панели свойств: Непрерывный вод объектов по полю Длина и введите в выделенное поле с клавиатуры 128/2-80/2 и нажимаем Enter;

- щелкните в поле Угол и введите значение - 90, нажимаем Enter;

-щелкните в *Панели свойств: Непрерывный вод объектов* по полю *Длина* и введите в выделенное поле с клавиатуры 28, нажимаем *Enter*;

-щелкните в поле *Угол* и введите значение 0, нажимаем *Enter*;

Дальше можно поступить несколькими способами:

- самый простой способ это нажать на кнопку *Shift* и указать мышью до пересечения с осевой вторую точку отрезка.

- в поле *длина* указать 80/2 а в поле *Угол* -90.

- в поле *длина* нажать правой кнопкой мыши, и в появившемся меню выбрать *Между двумя кривыми*. Далее укажите и нажмите на последний созданный отрезок, а затем на осевую, появится фантом прямой. Остается зафиксировать отрезок левой кнопкой мыши, нажав на осевую или введите поле *Угол-90*, не забудьте про *Enter*. Теперь нажмите прервать команду.

Если вы все правильно сделали, то у вас получится следующее изображение (см. рис. 7.2).

Далее создадим фаску на верхней части крышки:

- щелкните в панели инструментов по кнопке *Фаска*;

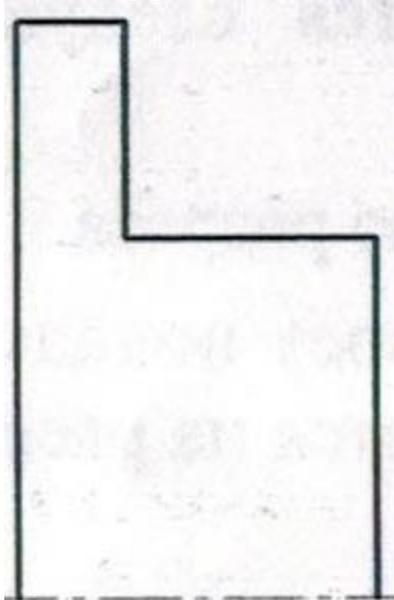


Рисунок. 7.2. результат построения верхней части Крышки.

- щелкните в *Панели свойств: Фаска* по полю *Длина* 1 и выберите значение 4, затем в поле *Угол* введите 45;

- нажмите на два отрезка между которым должна быть фаска, фаска построится.

### 7.2.2. Построение нижнего контура крышки

Для этого выделите все кроме осевой.

-нажмите левую кнопку мыши и не отпуская, выделите рамкой весь чертеж, далее зажмите Ctrl и щелкните по осевой, выделение с нее будет снято.

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Редактирование*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Симметрия*;

- щелкните по точке пересечения осевой и левого вертикального отрезка (точка А) и далее по самой осевой (точка Б) (рис 7.3).

### 7.2.3. Создание совмещенного части вида с разрезом.

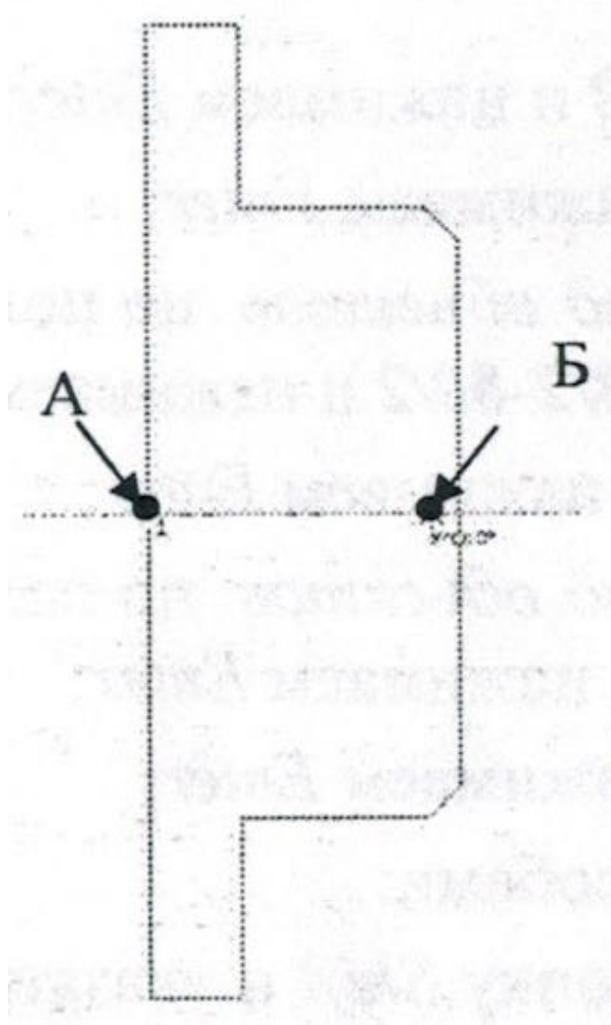


Рисунок 7.3. Результат построения нижней части крышки при помощи симметрии.

В нашем примере создание части разреза крышки предполагает совмещения части вида и разреза.

Условимся, что в верхней части у нас будет вид, а в нижней разрез. Приступим к завершению вида. Для этого нам понадобится построить два отрезка до осевой линии:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Отрезок*;

- щелкните мышью по т. А, далее нажмите на *Shift*, и не отпуская, доведите отрезок с помощью мыши до осевой;

- когда сработает привязка, нажмите левой кнопкой мыши для фиксации;

- далее нажмите на т. Б и так же постройте второй отрезок до осевой линии. У вас должен получиться следующий чертеж (рис. 7.4).



Рисунок 7.4. Результат построения части вида

Приступим к построению разреза.

В нашем примере в разрез попадает отверстие, осевая линия которого, находится на расстоянии 52 мм от осевой крышки.

Воспользуемся вспомогательной прямой:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Параллельная прямая (не путать с параллельным отрезком)*; щелкните мышью в поле расстояние и введите 52 мм;

- щелкните по осевой крышки и появятся два фантома параллельных прямых, выберите нижнюю от осевой, нажмите *Создать* и щелкните по нужной прямой, она создастся, из команды не выходим;

- далее нажмите на *Указать заново* на панели *специального управления*;

- щелкните мышью в поле расстояние и введите 5 мм;

- щелкните по осевой отверстия и нажмите два раза *создать*;

- щелкните мышью в поле расстояние и введите 80/2-60/2 мм;

- щелкните на осевой крышки и создайте нижнюю прямую и выйдите из команды (см. рис 7.5);

- далее выберите *Отрезок*, установите стиль *Основная* и постройте три отрезка, пользуясь вспомогательными прямыми: 1-й отрезок между точками А и Б, 2-й отрезок между В и Г и 3-й отрезок между Д и Е, выйдете из команды;

- затем нажмите в *главном меню Редактор – Удалить - Вспомогательные кривые и точки*. У вас исчезнут вспомогательные прямые;

- построим осевую отверстия, для этого щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Обозначения*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Автоосевая*;

- щелкните по отрезкам между которыми должна быть осевая (отрезок 2 и 3).

У вас должен получиться следующий чертеж (см.рис. 7.6).

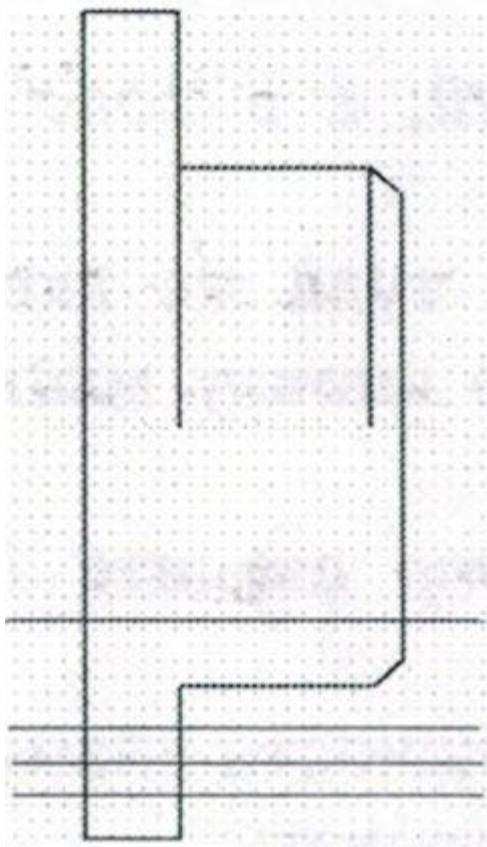


Рисунок 7.5. Результат построения вспомогательных прямых

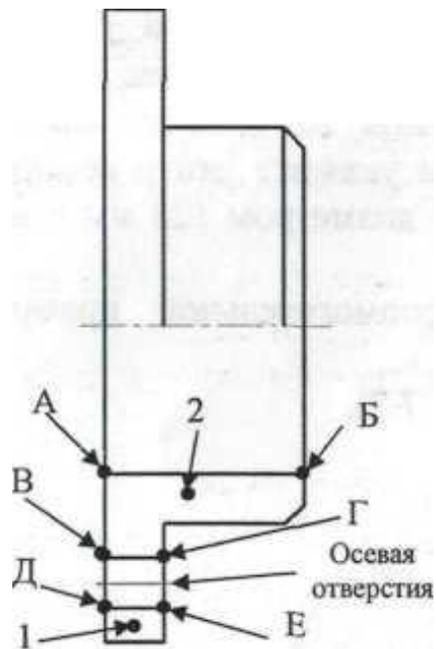


Рисунок. 7.6. Результат построения отверстия.

Осталось нанести штриховку:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Штриховка*;

- *Стиль* выберите *По металлу*, *Шаг 3*, *Угол 45*, *Тип Область*, и щелкните последовательно в точках 1 и 2 (рис.7.6);

- появится предполагаемая штриховка. Которую можно редактировать, измените *Шаг* на *4* и нажмите создать.

### **7.3. Построение вида сбоку**

Перейдите во второй слов *Вид слева*. Изображение главного вида должно поменяться с синего на черный.

Приступим к созданию вида сбоку:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Горизонтальная прямая*;

- щелкните по осевой крышки, поверх нее появится горизонтальная прямая. Мы ее построили для определения центра нашего вида;

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Окружность*;

- переключите пункт *Оси* на *С осями*, *стиль* на *Основной*, в поле *Диаметр* введите 128 мм, если там выбран *радиус*, то замените на *диаметр* и нажмите *Enter*;

- появится окружность, мышкой укажите ее центр, наведите ее на построенную горизонтальную прямую справа от главного вида и нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать;

- переключите в пункте *Оси* замените на *Без осей*, а в поле *Диаметр* введите 60 мм и нажмите *Enter*;

- появится окружность, мышкой укажите ее цент, туда же где и центр окружности диаметром 128 мм, и нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать;

- переключите *стиль* на *Осевую* а в поле *Диаметр* введите 104 мм и нажмите *Enter*;

- мышкой укажите ее центр, туда же где и центр окружности диаметром 128мм, и нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать;
- переключите *стиль* на *Основную*, а в поле *Диаметр* введите 10 мм и нажмите *Enter*;
- мышкой укажите ее цент, на пересечении осевых окружности диаметром 128 мм и контуром окружности диаметром 104 мм, выйдите из команды;
- выделите окружность диаметром 10 мм и щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Редактирование*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Копировать по окружности*;
- в появившейся панели свойств, переключите *Количество копий* на 4, *режим* на *Вдоль всей окружности*, затем укажите центр копирования щелкните мышкой в центре окружности с диаметром 128 мм и выйдите из команды;
- нажмите левой кнопкой мыши по вспомогательной прямой, она выделится, и нажмите *Del* для удаления.

Ваш чертеж примет следующий вид (см. рис 7.7)

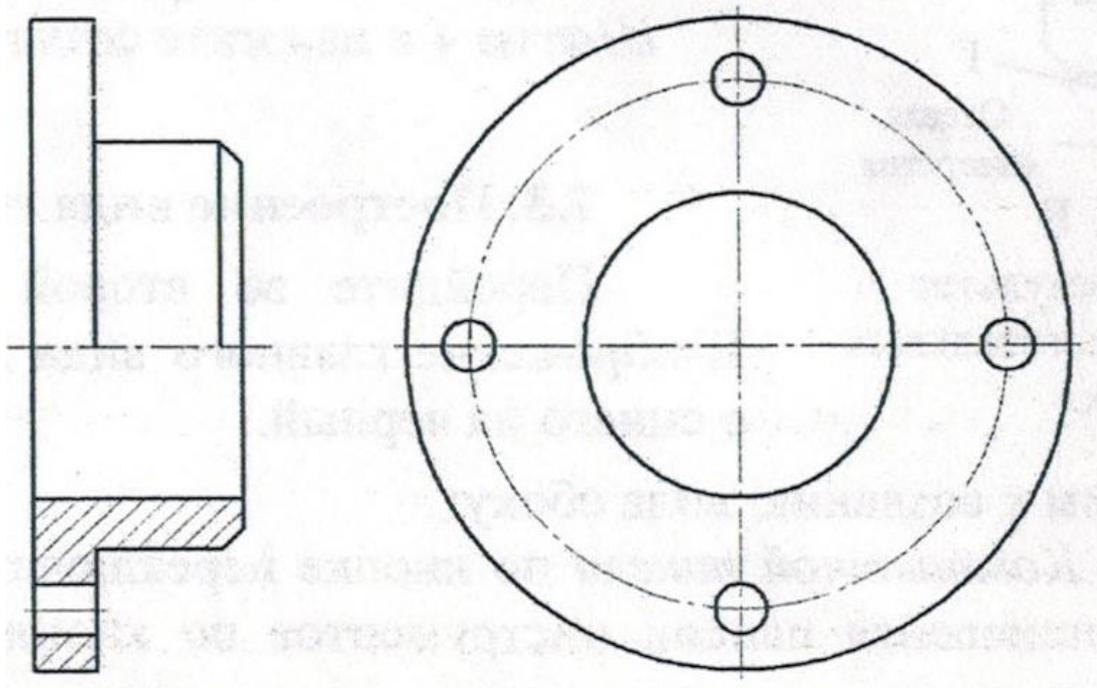


Рисунок 7.7. Результат построения Главного и вида сбоку

#### 7.4. Установка размеров на крышке

**Внимание!!!** Когда вы будете ставить размеры на объекте, то вы должны быть в том слое которому он принадлежит.

#### **7.4.1. Установка размеров на главном виде крышки**

Для простановки размера крышки:

перейдите в первый слой под названием «Главный вид»;

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Размеры*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Линейный размер от общей базы*; щелкните мышью в точках привязки 1, 2, 3 и 4, а затем нажмите по кнопке *Прервать команду* на *Специальной панели управления*;

- щелкните дважды по размерной надписи на размерной линии со значением 4. Размерная надпись, линия и выносные линии станут зеленого цвета;

- щелкните в *Панели свойств* по полю *Текст*. Появится диалоговое окно *Задание размерной надписи*;

- нажмите в диалоговом окне на кнопку  $\times 45$ , нажмите *ОК*, а затем создать;

- щелкните в поле чертежа для снятия выделения;

- щелкните дважды по размерной надписи на размерной линии со значением 40 и щелкните в *Панели свойств* по полю *Текст*;

- введите в диалоговом окне в поле *Отклонение 0,1*, нажмите на кнопку  $\pm$  и поставьте галочку на против *Включить*,

- щелкните в *Компактной панели* на панели инструментов по кнопке *Линейный с обрывом*;

- щелкните мышью в точках привязки 5 и 6 (см. рис. 7.6);

- щелкните в *Панели свойств* по полю *Текст*, и в появившемся диалоге выберите значок диаметра, а в поле значение введите 80;

- нажмите *ОК*, а затем создать;

- щелкните на панели инструментов по кнопке *Линейный размер*;

- щелкните мышью в точках привязки 7 и 8 (см. рис. 7.6);

- щелкните в *Панели свойств* по полю *Текст*, и в появившемся диалоге нажмите на кнопку для того чтобы появилось окно для ввода текста;

- введите текст *4 отв.* и нажмите *OK*, а потом создать.  
Результат простановки размеров приведен на рис. 7.8.

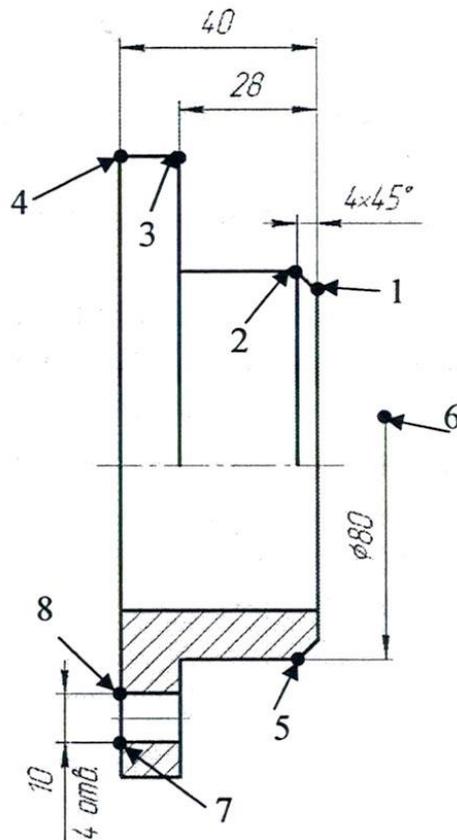


Рисунок 7.8. Результат простановки размеров.

#### 7.4.2. Установка размеров на виде сбоку крышки

Для простановки размера крышки: перейдите во второй слой под названием «Вид слева»;

На виде слева вам нужно будет поставить два диаметральных и один линейный размер. В линейном размере поставьте знак диаметра. При возникновении трудностей обратиться к лабораторной работе №5.

#### 7.5. Создание обозначений шероховатости и допуска формы

Для создания обозначений шероховатости на внутренней и внешней поверхностях крышки (не забывайте про слои):

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке-переключателю *Обозначения*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Шероховатость*;

- щелкните по полю *Текст* на *Панели свойств: Шероховатость*. Появится диалоговое окно *Введите текст* для установки параметров текста. При заполнении полей текстовых надписей можно использовать справочники системы, которые вызываются двойным щелчком в соответствующем поле; щелкните дважды в первом поле (строчке) диалогового окна *Введите текст*. Появится всплывающее меню;

- щелкните во всплывающем меню, например, по пункту *Ra*. Появится справочная таблица со стандартными значениями шероховатости, выберите 12,2, щелкните по кнопке *ОК*; переключите в поле *Тип* на значок *со снятием материала* и нажмите на размерную полку (диаметра 10); - появится фантом значка шероховатости, подвигайте мышью выберите наиболее подходящее положение и зафиксируйте левой кнопкой мыши. По аналогии поставьте шероховатость *Rz 40*.

Для создания обозначений допуска формы крышки (не забывают про слои):

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке-переключателю *Обозначения*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Допуск формы*;

- щелкните по полю *Таблица* на *Панели свойств: допуск формы*. Появится диалоговое окно *Обозначение допуска*. Выберите знак, например перпендикулярности. При заполнении полей текстовых надписей можно использовать справочники системы, которые вызываются двойным щелчком в соответствующем поле, в *числовом значении* выберите 0,002 и в *базе* букву *A*, нажмите *ОК*;

- мышкой укажите, где будет находиться ваша таблица и щелкните, чтобы зафиксировать;

- нажмите на ответвление со стрелкой на панели специального управления, на таблице появятся возможные точки прикрепления;

- выберите подходящую точку и щелкните по ней, а затем на самом объекте, к которому задается допуск формы.

Аналогично создайте второй допуск формы.

Для создания обозначений базы крышки (не забывают про слои):

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке-переключателю *Обозначения*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *База*;

- щелкните по поверхности, на которой она должна находиться, в нашем примере эта та же поверхность со значением шероховатость Rz 40;

- затем мышкой выберите положение базы и зафиксируйте.

*Для задания обозначения неуказанной шероховатости:*

- щелкните в главном меню по пункту *Вставка – Неуказанная шероховатость Ввод*; Появится диалоговое окно *Знак неуказанной шероховатости*;

- включите первый тип знака;

- в поле *Текст* щелкните два раза и выберите Ra 12,5, щелкните по кнопке *ОК*. В правом верхнем углу штампа чертежа появится нужный знак неуказанной шероховатости.

## **7.6. Оформление основной надписи**

*Для оформления основной надписи:*

- дважды щелкните мышью на штампе. Появится соответствующая *Панель свойств: Основная надпись*;

- заполните штамп как показано на образце (рис 7.1);

- при выходе из команды не забудьте нажать *Создать объект* или нажмите комбинацию клавиш *Ctrl + Enter*.

Для заметок

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
НА ТРАНСПОРТЕ  
В СИСТЕМЕ КОМПАС-ГРАФИК**  
методическое пособие

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать ризографическая.  
Усл. печ. л. 8,3 Тираж 100 экз. Заказ №  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева  
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1  
Отпечатано в информационном редакционно-издательском центре  
ФГБОУ ВО РГАТУ  
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬ-  
НОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технологии металлов и ремонта машин

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***  
*для практических занятий по курсу*  
**ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ И ДИАГНОСТИКИ**  
*для обучающихся по направлению подготовки*  
**23.03.01 Технология транспортных процессов**

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*  
Направление подготовки: *23.03.01*  
*Технология транспортных процессов*  
Профиль подготовки:  
*«Организация перевозок на автомобильном транспорте»*  
Квалификация выпускника: *бакалавр*  
  
Форма обучения: *очная и заочная*

Рязань, 2023

Разработчики: доцент, Рембалович Г.К., профессор Костенко М.Ю., старший преподаватель Старунский А.В.

Рецензент доцент, «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»  
(должность, кафедра)



(подпись)

Терентьев В.В.

(Ф.И.О.)

Методические указания для практических занятий по курсу «Основы теории надежности и диагностики» для обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) поколения 3++ по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного Министерством образования и науки РФ 7 августа 2020 г. № 916, и предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по профилю подготовки «Организация перевозок на автомобильном транспорте». Предназначены для методического обеспечения практических занятий по дисциплине «Основы теории надежности и диагностики».

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологии металлов и ремонта машин 22 марта 2023 г., протокол №8.

Зав. кафедрой Технология металлов и ремонт машин  Рембалович Г.К.  
(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов 22 марта 2023 г., протокол №8

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01



(подпись)

Тетерина О.А.

(Ф.И.О.)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Практическая работа № 1. Определение допустимых, предельных износов и размеров сопрягаемых деталей .....	6
Практическая работа № 2. Математическая обработка опытной информации при оценке надежности машин .....	14
Практическая работа № 3. Расчет показателей безотказности машин .....	40
Практическая работа № 4. Расчет показателей долговечности машин .....	50
Практическая работа № 5. Расчет показателей ремонтпригодности и сохраняемости машин.....	57
Практическая работа № 6. Расчет комплексных показателей надежности машин .....	65
Практическая работа № 7. Расчет надежности объекта по показателям надежности составляющих его элементов (резервирование технических систем).....	69
Рекомендуемая литература .....	73

## ВВЕДЕНИЕ

Реализуя стратегию инновационного развития России, отечественная промышленность обязана использовать передовые технологии и соответствующие кадровые ресурсы, способные не только обслуживать наукоёмкое высокоэффективное транспортное производство, но и быть готовыми к модернизации существующих и внедрению новых машин и оборудования, технологических процессов, в том числе основанных на современных технологиях, применяемых на транспорте.

Образовательная программа по профилю «Организация перевозок на автомобильном транспорте» направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, ориентирована на подготовку бакалавров.

Цель дисциплины «Основы теории надежности и диагностики»: подготовка бакалавров, способных квалифицированно решать практические задачи эффективного использования автомобильной техники в рамках общей технологии транспортных процессов.

В результате изучения дисциплины «Основы теории надежности и диагностики» будущий бакалавр готовится к решению следующих задач:

- эффективное использование материальных, финансовых и людских ресурсов при производстве конкретных работ;
- обеспечение безопасности перевозочного процесса в различных условиях;
- участие в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств;
- участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа;
- участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления;
- участие в составе коллектива исполнителей в анализе производственно-хозяйственной деятельности транспортных предприятий;
- участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем.

В результате изучения дисциплины студент должен: знать: алгоритмы обработки многократных измерений; организационных, научных и правовых основ метрологии, стандартизации и сертификации, нормативно-правовых документов системы технического регулирования; причины старения машин

и природу порождения отказов; закономерности изменения технического состояния машин в эксплуатации; показатели надёжности машин и методику их расчёта; уметь: использовать технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции; определять предельное состояние и остаточный ресурс детали, сборочной единицы и машины; оценивать надёжность отремонтированных машин и их составных частей; владеть методами: контроля деталей с применением различного мерительного инструмента и контрольных приспособлений; контроля технического состояния машин на современном диагностическом оборудовании; методами разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства.

## Практическая работа № 1.

### Цель занятия.

1.1. Закрепить теоретические знания основных положений и понятий теории надежности.

1.2. Научиться рассчитывать полный ресурс соединения и допустимые, предельные износы и размеры соединяемых деталей.

1.3. Приобрести навыки использования рассчитываемых показателей в целях повышения эффективности использования машинотракторного парка.

### 2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить методику расчета и определения допустимых, предельных износов и размеров соединяемых деталей и их полного ресурса.

2.2. Выполнить задание согласно индивидуального варианта.

### 3. Теоретическая часть.

ПРЕДЕЛЬНЫМ ИЗНОСОМ  $I_{пр}$  или ЗАЗОРОМ  $S_{пр}$  называется такой, при котором наступает предельное состояние детали или сопряжения и их дальнейшая эксплуатация должна быть прекращена во избежание аварийной поломки или резкого ухудшения технических или экономических характеристик машины.

Таким образом, предельное состояние деталей или сопряжений в процессе их эксплуатации обуславливается появлением предельного износа или зазора.

Наработка детали или сопряжения от начала эксплуатации и до предельного состояния называется ПОЛНЫМ РЕСУРСОМ детали  $T_{дп}$  или сопряжения  $T_{сп}$  ( см. рис. 1 и 2 ).

При ремонте восстанавливается не только работоспособность машины, но и ее межремонтный ресурс. Таким образом, в процессе ремонта для дальнейшей работы на машине оставляются только те детали или сопряжения, остаточный ресурс которых равен или превышает межремонтный ресурс машины или агрегата. Следовательно, предельное состояние деталей и сопряжений при ремонте обуславливается уже не предельной, а так называемой « допустимой при ремонте» или просто « допустимой» величиной износа  $I_{др}$  или зазора  $S_{др}$ .

ДОПУСТИМЫМ ИЗНОСОМ  $I_{др}$  или ЗАЗОРОМ  $S_{др}$  называется такой, при котором остаточный ресурс детали или сопряжения равен межремонтному ресурсу машины в целом или ее отдельного агрегата.

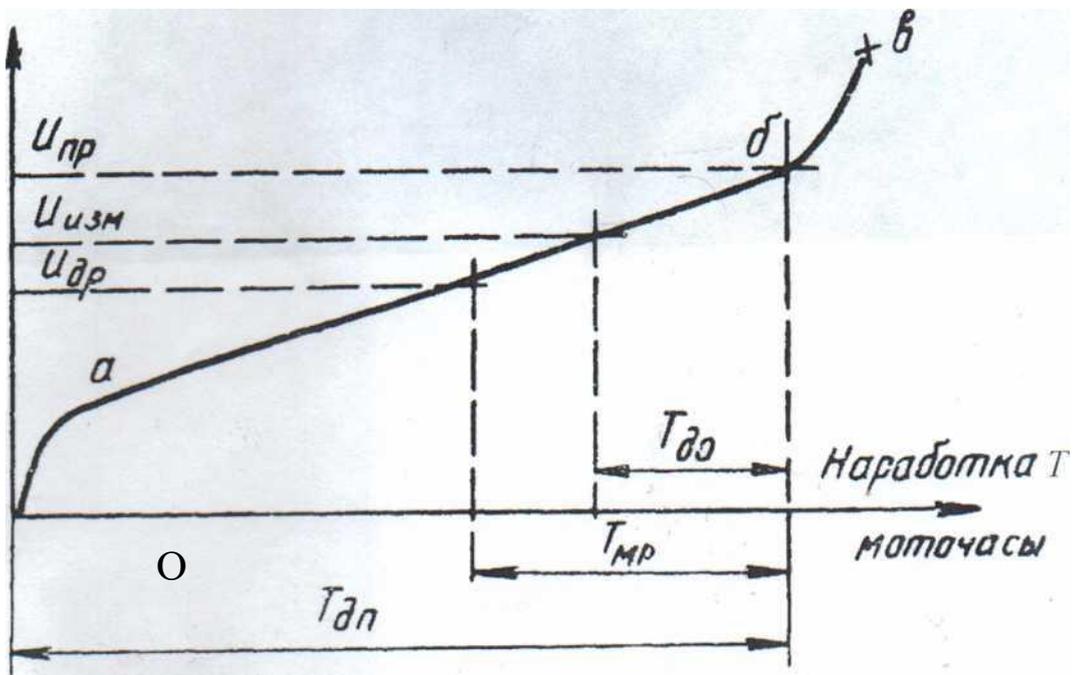


Рисунок 1.- Типовая кривая износа детали.

Износ, мкм

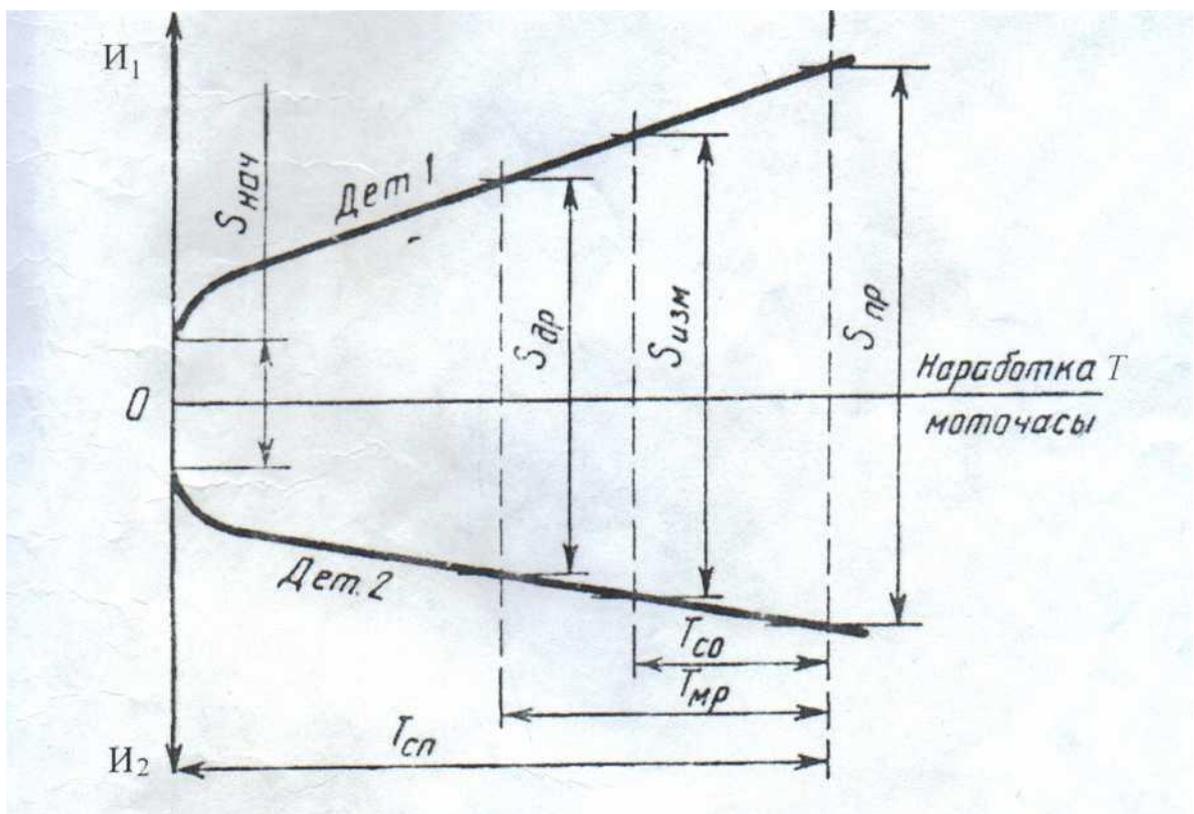


Рисунок 2.- Кривые износа двух деталей, составляющих одно соединение.

Величины предельных и допустимых износов и зазоров устанавливаются в результате проведения специальных исследований и последующих стендовых и эксплуатационных испытаний. Значения предельных и допустимых

износов и зазоров для деталей и сопряжений большинства марок тракторов и сельскохозяйственных машин приведены в изданных ГОСНИТИ альбомах типовой технологии ремонта (дефектовка и оценка технического состояния). Для новых марок машин эти значения могут быть приняты по аналогии с известными прототипами.

#### 4. Пример расчета.

##### 4.1 .Исходные данные:

средняя скорость изнашивания втулки по наружному диаметру  $W_{BT}=2,210^5$  мм/мото-ч, средняя скорость изнашивания пальца  $W_{пл}= 1,2 \cdot 10^5$  мм/ мото-ч. Остальные исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1.- Данные из технических условий на дефектацию соединений дизелей Д-240, Д-240Л и их модификаций

Наименование деталей соединений	Размеры деталей по чертежу, мм	Зазоры в соединениях, мм		
		Начальный $s$	Допустимый $s$	Предельный $s$
Втулка ведомой шестерни	$18^{+0,060}_{-0,030}$	0,030... 0,072	0,14	0,25
Палец ведомой шестерни	$18_{-0,012}$			

4.2. Определяем значения допустимого без ремонта  $I_{др}$  и предельного  $I_{пр}$  износов, средней скорости изнашивания  $W_c$  и полного ресурса  $T_{сп}$  соединения. Для данного задания можно использовать следующие уравнения:

$$I_{др}=S_{др}-S_{н \max}, \quad (1)$$

$$I_{пр}=S_{пр}-S_{н \max}, \quad (2)$$

$$W_c=W_{д1}+W_{д2}, \quad (3)$$

$$T_{сп}=I_{пр}/W_c, \quad (4)$$

где  $S_{н \max}$  - максимальный начальный зазор в соединении, мм;  
 $W_{д1}$  и  $W_{д2}$  - соответственно средняя скорость изнашивания первой и второй детали соединения, мм/мото-ч.  
 Для рассматриваемого примера с использованием данных из табл.1 получаем:

$$I_{др} = 0,140 - 0,072 = 0,068 \text{ мм.}$$

$$I_{пр} = 0,250 - 0,072 = 0,178 \text{ мм.}$$

$$W_c = 2,2 \cdot 10^{-5} + 1,2 \cdot 10^{-5} = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ мм/мото-ч;}$$

$$T_{сп} = 0,178 / 3,4 \cdot 10^{-5} = 5235 \text{ мото-ч.}$$

Полученные расчетные значения  $W_c$  и  $T_{сп}$  нужно рассматривать как среднее из-за возможных отклонений, прежде всего вследствие нестабильности условий эксплуатации сельскохозяйственной техники.

4.3. Предельные износы соединяемых деталей можно определить следующим образом:

$$I_{пр_{вт}} = I_{пр} \times W_{вт} / W_c \quad (5)$$

$$I_{пр_{вт}} = 0,178 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5} / 3,4 \cdot 10^{-5} = 0,115 \text{ мм.}$$

$$I_{пр_{пл}} = I_{пр} \times W_{пл} / W_c \quad (6)$$

$$I_{пр_{пл}} = 0,178 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} / 3,4 \cdot 10^{-5} = 0,063 \text{ мм.}$$

4.4 Межремонтная наработка определяется по формуле:

$$T_{мр} = (I_{пр} - I_{др}) / W_c \quad (7)$$

$$T_{мр} = (0,178 - 0,068) / 3,4 \cdot 10^{-5} = 3200 \text{ мото-ч.}$$

4.5 Допустимые износы деталей составляют:

$$I_{др_{вт}} = I_{пр_{вт}} - T_{мр} \times W_{вт} \quad (8)$$

$$I_{др_{вт}} = 0,115 - 3200 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5} = 0,045 \text{ мм.}$$

$$I_{др_{пл}} = I_{пр_{пл}} - T_{мр} \times W_{пл} \quad (9)$$

$$I_{др_{пл}} = 0,063 - 3200 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} = 0,025 \text{ мм.}$$

Тогда допустимые без ремонта размеры деталей соединения в месте их наибольшего износа с учетом значений максимального диаметра отверстия  $D_{\max}$  и минимального диаметра вала  $d_{\min}$  принимаемых по таблице 1, определяются следующим образом для втулки:

$$D_{др} = D_{max} + I_{др_{вт}} \quad (10)$$

$$D_{др} = 18,06 + 0,045 = 18,105 \text{ мм.}$$

Для пальца:

$$d_{др} = d_{min} - I_{др_{пл}} \quad (11)$$

$$d_{др} = 17,988 - 0,025 = 17,963 \text{ мм.}$$

5.6. В заключении вычерчивается расчетная схема изнашивания деталей соединения в зависимости от наработки  $T$  с указанием значений полного ресурса соединений  $T_{сп}$  допустимых без ремонта и предельных износов деталей и зазоров в соединении. Пример выполнения расчетной схемы для заданного варианта исходных условий дан на рисунке 3.

Выполнение схемы начинается с нанесения и обозначения на осях координат износа и наработки, в соответствующем масштабе. Затем откладывают от начала координат значения начального зазора  $S_{н max}$ , полного ресурса  $T_{сп}$ , предельного зазора  $S_{пр}$ , проводят линии износа деталей. Начальные точки линий износа соответствуют предельным отклонениям размеров отверстия и вала по техническим условиям на изготовление деталей. На схеме указывают значения  $I_{др}$  и  $I_{пр}$  для обеих деталей, а также  $S_{др}$ ,  $S_{пр}$ ,  $T_{др}$ ,  $T_{сп}$ , для соединения в целом.

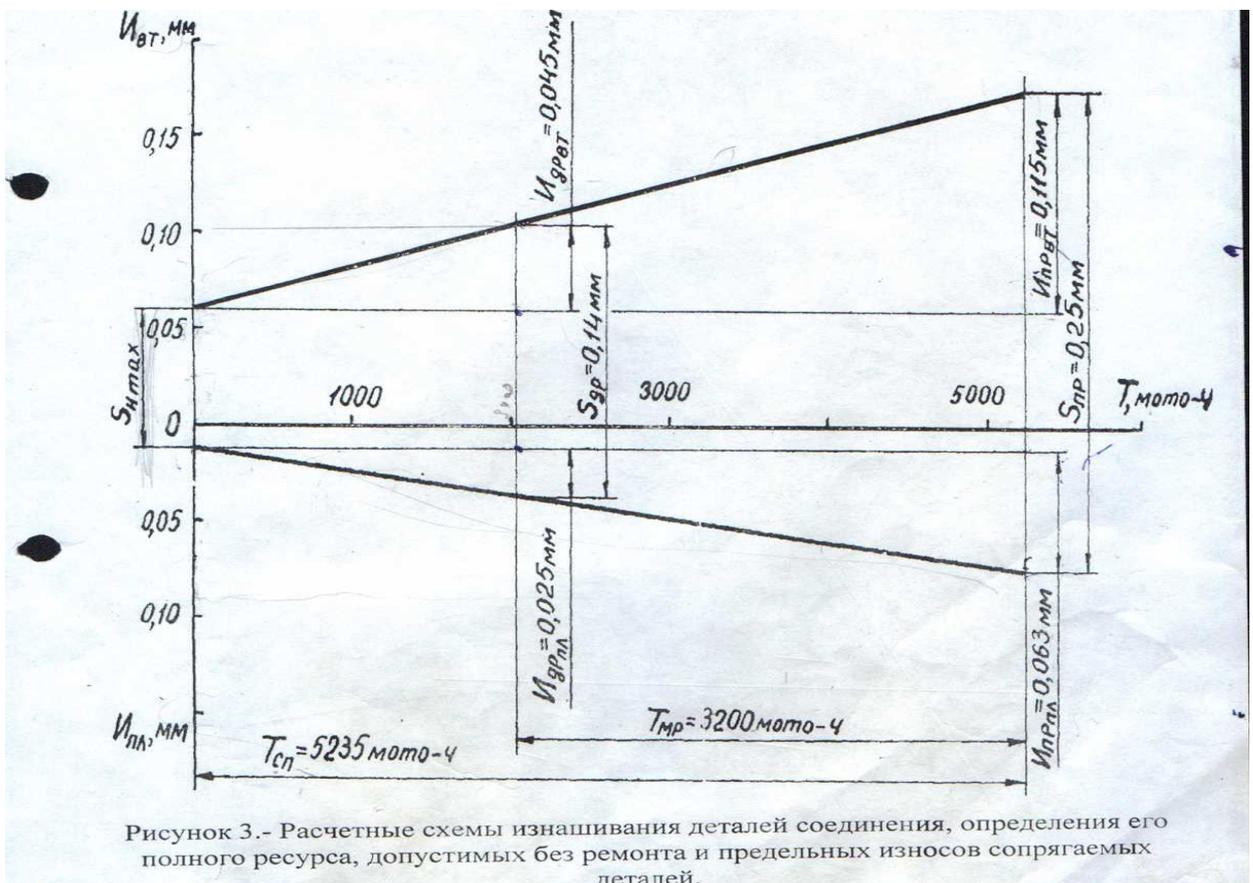


Таблица 1-Данные из технических требований на капитальный ремонт дизелей Д-240, Д-240 Л и их модификаций

№ варианта	Наименование деталей	Размер по чертежу, мм	Зазоры, мм		
			начальный, S <sub>н</sub>	допустимый, S <sub>др</sub>	предельный, S <sub>пр</sub>
1	2	3	4	5	6
1	Блок Цилиндров Толкатель	25 <sup>+0,052</sup> 25 <sup>-0,008</sup> <sub>-0,022</sub>	0,008... ...0,074	0,17	0,30
2	Втулка распределительного вала Вал распределительный	50 <sup>+0,025</sup> 50 <sup>-0,050</sup> <sub>-0,089</sub>	0,050... ...0,114	0,17	0,40
3	Втулка направляющая клапана Клапан впускной	11 <sup>+0,027</sup> 11 <sup>-0,035</sup> <sub>-0,060</sub>	0,035... ...0,087	0,20	0,40
4	Втулка направляющая клапана Клапан выпускной	11 <sup>+0,027</sup> 11 <sup>-0,070</sup> <sub>0,090</sub>	0,070... ...0,117	0,20	0,40
5	Коромысло клапана Валик коромысел	+0,053 19 <sup>+0,020</sup> 19 <sup>-0,021</sup> <sub>-0,021</sub>	0,020... ...0,074	0,12	0,35
6	Вкладыши шатунные Вал коленчатый	+0,025 68 <sup>-0,010</sup> 68 <sup>-0,075</sup> <sub>-0,090</sub>	0,065... ...0,115	0,135	0,30

7	Вкладыши коренные  Вал коленчатый	+0,031 75 <sup>-0,010</sup> 75 <sup>-0,080</sup> -0,095	0,070... ...0,126	0,146	0,30
8	Втулка  Фланец установочный топливного насоса	+0,027 50  -0,050 50 <sup>-0,085</sup>	0,050... ...0,112	0,20	0,40
9	Втулка ведомой шестерни Палец ведомой шестерни	+0,060 18 <sup>+0,030</sup> 18 <sup>-0,0,2</sup>	0,030... ...0,072	0,14	0,25
10	Втулка проме- жуточной ше- стерни Палец промежуточной шестерни	+0,050 40 <sup>+0,025</sup> 40 <sup>-0,025</sup>	0,025... ...0,075	0,12	0,20
11	Втулка распре- делительного вала Вал распреледи тельный	+0,027 50 50 <sup>-0,050</sup> -0,085	0,050... ...0,112	0,17	0,40
12	Корпус масляного насоса (диаметр гнезд под шестерни) Шестерня масляного насоса	+0,160 42,25 <sup>+0,075</sup> 42,25 <sup>-0,05</sup> -0,085	0,125... ...0,245	0,30	0,55

13	Корпус масляного насоса (глубина гнезд под шестерни)  Шестерня масляного насоса	$28^{+0,060}$  $28^{-0,040}$ $-0,070$	$0,040\dots$ $\dots 0,130$	0,16	0,20
14	Крышка корпуса ротора  Ось ротора	$19^{+0,023}$  $19^{-0,}$ $-0,070$	$0,040\dots$ $\dots 0,093$	0,12	0,20
15	Насадок  Ось ротора	$19^{-0,063}$ $0,084$ $19^{-0,110}$ $-0,143$	$0,026\dots$ $\dots 0,080$	0,10	0,20
16	Корпус ротора  Ось ротора	$18^{+0,019}$ $18^{-0,030}$ $-0,055$	$0,030\dots$ $\dots 0,074$	0,10	0,18
17	Втулка шестерни  Вал редуктора	$45,2^{+0,050}$  $42,1^{-0,050}$ $-0,085$	$0,050\dots$ $\dots 0,135$	0,35	0,60
18	Втулка толкателя Толкатель	$14^{+0,240}$  $14^{-0,120}$ $-0,240$	$0,120\dots$ $\dots 0,480$	0,80	1,00 .
19	Втулка специальная  Плунжер	$13^{+0,240}$ $13^{+0,120}$ $13^{-0,240}$ $-0,360$ $+0,045$	$0,360\dots$ $\dots 0,600$	0,80	1,20
20	Ступица  Вал	$28$  $27,8^{-0,060}$	$0,060\dots$ $\dots 0,140$	0,50	0,70

## **Практическая работа № 2.**

### **Математическая обработка опытной информации при оценке надежности машин**

#### 1. Цель работы.

- 1.1. Закрепить теоретические знания о математической обработке опытной информации при оценке надежности машин.
- 1.2. Изучить основные виды и закономерности распределения случайных величин при оценке надежности машин.
- 1.3. Приобрести навыки математической обработки опытной информации при оценке надежности машин.

#### 2. Техника безопасности.

- 2.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.
- 2.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.
- 2.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

#### 3. Порядок выполнения работы.

- 3.1. Произвести математическую обработку опытной информации при оценке надежности машин (теоретическая часть, п.4)
- 3.2. Оформить отчет по лабораторной работе.

#### 4. Теоретическая часть.

Для техники, используемой на транспорте, характерно значительное рассеивание показателей надежности из-за нестабильности качества нового или отремонтированного подвижного состава и различных условий его эксплуатации. Вследствие этого все показатели надежности автомобилей, тракторов и специальных машин относятся к категории случайных величин, обработка и расчет которых производится методами теории вероятностей и математической статистики.

Существует несколько методов обработки информации. Некоторые из них (например, метод максимального правдоподобия) сложны, трудоемки, нуждаются в применении специализированных программных средств. Использование таких методов на автотранспортных и ремонтных предприятиях, логистических комплексах для обработки информации о надежности техники не только затруднено, но и нецелесообразно, т.к. их точность превышает точность исходной информации.

Рассмотренный ниже метод обработки информации прост и надежен.

## 1 Первичная обработка статистической информации

Основные этапы обработки статистической информации следующие:

- составление сводной таблицы исходной информации в порядке возрастания показателей надежности (вариационный ряд);
- составление статистического ряда;
- определение среднего значения ( $\bar{t}$ ) и среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ) показателя надежности;
- проверка информации на выпадающие точки;
- графическое изображение опытной информации (построение полигона и кривой накопленных опытных вероятностей показателя надежности);
- определение коэффициента вариации ( $v$ ), характеризующего относительное рассеивание показателя надежности;
- выбор теоретического закона распределения, определение его параметров и графическое построение дифференциальной и интегральной кривых;
- оценка совпадения опытного и теоретического распределений по критериям согласия;
- определение доверительных границ одиночных и средних значений показателя надежности и наибольших возможных ошибок расчета.

Последовательность выполнения расчетов приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Размеры толщины шлиц первичного вала коробки перемены передач ( 50-1701032) трактора МТЗ-50

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Размер, мм	6,01	6,09	6,16	6,22	6,24	6,27	6,28	6,32	6,36	6,39	6,41	6,45	6,46	6,47
№ п/п	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Размер, мм	6,54	6,56	6,58	6,60	6,61	6,63	6,64	6,67	6,69	6,71	6,73	6,75	6,79	6,81
№ п/п	29	30												
Размер, мм	6,84	6,96												

Допустимый размер - 6,45 мм

## 1.1 Статистический ряд информации

Статистический ряд информации составляется для упрощения дальнейших расчетов в том случае, если повторность исходной информации  $N$  не менее 25.

Для построения статистического ряда вся информация разбивается на  $n$  интервалов. Ориентировочно количество интервалов определяется по формуле:

$$n = \sqrt{N} \pm 1, \quad (1.1)$$

где  $n$  – число интервалов;  $N$  – число исследуемых объектов.

Наиболее рациональное количество интервалов, применяемое на практике  $n=6\dots 14$ .

Все интервалы должны быть одинаковыми по величине, прилегать друг к другу и не иметь разрывов.

Для нашего случая:

$$n = \sqrt{30} + 1 \approx 6.$$

Ширина интервала «А» ориентировочно определяется по формуле:

$$A = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{n}, \quad (1.2)$$

где  $t_{\max}$  – максимальное значение случайной величины;

$t_{\min}$  – минимальное значение случайной величины и округляется до удобной величины.

$$A = \frac{6,96 - 6,01}{6} = 0,158 \approx 0,16 \text{ мм.}$$

Начало первого интервала принимаем  $t_{1H}=6,0$  мм.

Статистический ряд представляет из себя таблицу из четырех строк (таблица 1.2). В первой строке указываются границы интервалов, во второй – количество случаев попадания случайной величины в каждом интервале (частота)  $m_i$ , в третьей – опытная вероятность  $p_i$  случайной величины, в четвертой – накопленная опытная вероятность  $\sum_{i=1}^n p_i$ .

Опытная вероятность определяется как отношение числа случаев  $m_i$  к общему объему информации  $N$ . Так, например, опытная вероятность в первом и втором интервалах равна:

$$P_1 = \frac{m_1}{N} = \frac{3}{30} = 0,1; \quad P_2 = \frac{m_2}{N} = \frac{5}{30} = 0,17$$

Правильность построения статистического ряда может быть проверена по накопленной вероятности.

Для последнего интервала  $\sum p_i = 1$ .

Таблица 1.2 – Статистический ряд информации

Интервал	6,00- 6,16	6,16- 6,32	6,32- 6,48	6,48- 6,64	6,64- 6,80	6,80- 6,96
Частота $m_i$	3	5	6	7	6	3
Опытная вероятность $P_i$	0,1	0,17	0,2	0,23	0,2	0,1
Накопленная опытная вероятность $\sum P_i$	0,1	0,27	0,47	0,7	0,9	1
Середина	6,08	6,24	6,40	6,56	6,72	6,88

## 1.2 Определение среднего значения и среднеквадратического отклонения показателей надежности

Среднее значение является важнейшей характеристикой показателя надежности. На основании средних значений производится планирование работы машины, определение объемов ремонтных работ, составление заявок на запасные части и т.д.

Точность определения среднего значения возрастает по мере увеличения повторности информации, приближаясь к своему пределу – математическому ожиданию.

При наличии статистического ряда среднее значение показателя надежности  $\bar{t}$  определяется по уравнению:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n t_i \cdot p_i, \quad (1.3)$$

где  $n$  – количество интервалов в статистическом ряду;

$t_i$  – значение середины  $i$ -го интервала;

$p_i$  – опытная вероятность  $i$ -го интервала.

Средний размер толщины шлиц первичного вала коробки передач, определенный по уравнению 1.3 с использованием статистического ряда будет равен:

$$\bar{t} = 6,08 * 0,1 + 6,24 * 0,17 + 6,40 * 0,2 + 6,56 * 0,23 + 6,72 * 0,2 + 6,88 * 0,1 = 6,49 \text{ мм}$$

Среднеквадратичное отклонение  $s$  является абсолютной характеристикой рассеивания показателя надежности, позволяющей переходить от общей совокупности к показателям надежности отдельных машин. При наличии статистического ряда информации среднее квадратическое отклонение определяется по уравнению:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2 \cdot p_i}, \quad (1.4)$$

Среднеквадратическое отклонение размера толщины шлиц первичного вала коробки передач, определенного по уравнению 1.4, равно:

$$\sigma = \sqrt{(6,08 - 6,49)^2 0,1 + \dots + (6,88 - 6,49)^2 0,1} = 0,056115 = 0,24 \text{ мм.}$$

### 1.3 Проверка информации на выпадающие точки

Опытная информация по показателям надежности, полученная в процессе наблюдения за машинами в условиях рядовой эксплуатации, может иметь ошибочные точки, выпадающие из общего закона распределения. Причиной появления выпадающих точек могут быть грубые ошибки в измерениях, ошибочные записи и т.д.

Поэтому, перед окончательной математической обработкой, информация должна быть проверена на выпадающие точки. Проверке обычно подвергаются первые и последние точки.

Первый способ проверки информации на выпадающие точки заключается в

проверке по правилу  $\pm 3\sigma$ . Так как, при законе нормального распределения 99,7% всех точек находятся в интервале  $\bar{t} \pm 3\sigma$ , то все точки, входящие в этот интервал, считаются действительными.

Для рассматриваемого примера границы достоверности точек информации будут соответственно равны:

нижняя граница:  $6,49 - 3 \cdot 0,24 = 5,77$ ;

верхняя граница:  $6,49 + 3 \cdot 0,24 = 7,21$ .

Наименьший размер толщины шлиц первичного вала  $t_1 = 6,01 \text{ мм}$ , что больше  $5,77 \text{ мм}$ , следовательно, первая точка информации достоверна и должна учитываться при дальнейших расчетах.

Наибольший размер толщины шлиц первичного вала  $t_{30} = 6,96 \text{ мм}$ , что меньше  $7,21 \text{ мм}$ , следовательно, последняя точка информации достоверна и должна учитываться при дальнейших расчетах.

Второй способ проверки достоверности точек производится по критерию  $l$  (критерий Ирвина). Этот способ является более точным. При этом определяется опытное значение критерия  $\lambda_{оп}$  по формуле:

$$\lambda_{оп} = \frac{t_{i+1} - t_i}{\sigma}, \quad (1.5)$$

где  $t_{i+1}$ ,  $t_i$  – смежные точки информации, и сравниваются с нормированным значением  $l$ .

Если  $\lambda_{оп} < \lambda$  точка достоверна;

$\lambda_{оп} > \lambda$  точка недостоверна.

Проведя проверку крайних точек информации по доремонтным ресурсам толщины зуба третьей передачи, получим

для наименьшей точки информации ( $t = 6,01 \text{ мм}$ )

$$\lambda_{оп} = \frac{t_2 - t_1}{\sigma} = \frac{6,09 - 6,01}{0,24} = 0,33;$$

для наибольшей точки информации ( $t = 6,96 \text{ мм}$ )

$$\lambda_{оп} = \frac{t_{30} - t_{29}}{\sigma} = \frac{6,96 - 6,84}{0,24} = 0,5.$$

Для объема информации  $N=30$  и доверительной вероятности  $\alpha=0,95$  нормированное значение критерия  $\lambda=1,2$ .

Сравнение опытных значений критерия Ирвина с нормированным его значением показывает, что первая точка информации  $t_1 = 6,01 \text{ мм}$  является достоверной,  $\lambda_{оп} = 0,16 < \lambda = 1,2$  и её следует учитывать в дальнейших расчетах.

Последняя точка информации  $t_{30} = 6,96 \text{ мм}$  также является достоверной,  $\lambda_{0,32} < \lambda = 1,2$  и её тоже следует учитывать в дальнейших расчетах.

В случаях, когда исключаются выпадающие точки, нужно перестроить статистический ряд и пересчитать среднее значение и среднее квадратическое отклонение показателя надежности.

#### 1.4 Графическое изображения опытного распределения

По данным статистического ряда могут быть построены полигон и кривая накопленных опытных вероятностей (рисунки 1.1 и 1.2 в приложении), которые дают наглядное представление об опытном распределении показателя надежности.

При выборе масштаба при построении графиков желательно придерживаться правила «золотого сечения», т.е.

$$y = \frac{5}{8}x, \quad (1.6)$$

где  $y$  – максимальное значение ординаты;

$x$  – максимальное значение абсциссы.

При построении полигона распределения по оси абсцисс откладывают в определенном масштабе показатель надежности  $t$ , а по оси ординат - опытную частоту  $m_i$  или опытную вероятность  $P_i$ .

Для построения кривой накопленных опытных вероятностей по оси абсцисс откладывают в масштабе значения показателя надежности  $t$ , а по оси ординат – накопленную опытную вероятность  $\sum P_i$ .

Точки полигона образуются пересечением ординаты, равной опытной вероятности интервала, и абсциссы, равной середине этого интервала. Точки кривой накопленных опытных вероятностей образуются пересечением ординаты, равной сумме опытных вероятностей и абсциссы - конца данного интервала.

Полигон дает наглядное представление о распределении показателя надежности. Кривая накопленных опытных вероятностей в этом отношении менее наглядна, но с её помощью удобно решать некоторые инженерные задачи.

#### 1.5 Определение коэффициента вариации

Коэффициент вариации – это относительная характеристика случайной величины, используется при выборе теоретического закона распределения. Коэф-

коэффициент вариации  $v$  равен отношению  $\sigma$  к среднему значению показателя надежности  $\bar{t}$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{t}} \quad (1.7)$$

Определение коэффициента вариации по уравнению 1.7 выполняется для тех показателей надежности, зона рассеивания которых начинается от их нулевого значения или близка к нему.

При наличии смещения начала зоны рассеивания  $t_{см}$  величина коэффициента вариации определяется по уравнению:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{t} - t_{см}} \quad (1.8)$$

Учет смещения особенно необходим тогда, когда для выравнивания опытной информации используется теоретический закон распределения Вейбулла, параметры которого непосредственно зависят от величины коэффициента вариации.

Величину смещения  $t_{см}$ , с достаточной для практических расчетов точностью при наличии статистического ряда можно определить:

$$t_{см} = t_{1Н} - 0,5 \cdot A \quad (1.9)$$

При отсутствии статистического ряда за смещение принимается величина:

$$t_{см} = t_1 - \frac{t_3 - t_1}{2} \quad (1.10)$$

где  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  – значения первого, второго и третьего показателей надежности в порядке возрастания.

Для нашего случая величина смещения равна:

$$t_{см} = 6,00 - 0,5 \cdot 0,16 = 5,92 \text{ мм}$$

Тогда коэффициент вариации, определенный по формуле 1.8 будет равен:

$$V = \frac{0,24}{6,49 - 5,92} = 0,42.$$

## 1.6 Выбор теоретического закона распределения

Теоретический закон распределения (ТЗР) выражает общий характер изменения показателя надежности и исключает частные отклонения, связанные с недостатком первичной информации, т.е. ТЗР характеризует генеральную совокупность. Опытное распределение имеет частные особенности, которые должны быть исключены при переносе характеристик опытного распределения на генеральную совокупность.

Процесс замены опытных закономерностей теоретическими называется выравнивание опытной информации.

Каждый ТЗР характеризуется двумя функциями:

$f(t)$  – дифференциальная функция;

$F(t)$  – интегральная функция.

Применительно к показателям надежности машин, эксплуатируемых в сельском хозяйстве, в подавляющем большинстве случаев используется закон нормального распределения (ЗНР) и закон распределения Вейбулла (ЗРВ).

Выбор теоретического закона производится исходя из следующих признаков:

По величине коэффициента вариации:

если  $V < 0,3$  – выбирается ЗНР;

если  $0,3 < V < 0,5$  – выбирается ЗНР или ЗРВ;

если  $V > 0,5$  – выбирается ЗРВ.

По области применения.

ЗНР применяется, как правило при определении характеристик рассеивания:

ресурсов и сроков службы машин и агрегатов;

времени и стоимости восстановления работоспособности машин;

наработка на ресурсный отказ;

ошибок измерений размеров деталей.

б) ЗРВ применяется, как правило, при определении:

ресурсов и сроков службы отдельных деталей и сопряжений;

доремонтных и межремонтных ресурсов тех элементов машин, отказы которых вызваны выходом из строя одной и той же детали;

информации по износам деталей.

Здесь применим закон нормального распределения и закон распределения Вейбулла.

Закон нормального распределения (ЗНР)

Отличительной особенностью ЗНР является симметричное рассеивание частных значений относительного среднего.

Дифференциальная функция нормального распределения имеет вид

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} \quad (1.11)$$

где  $e = 2,718$  – основание натурального логарифма;

$\bar{t}$  – среднее значение показателя надежности;

$\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;

$\pi = 3,14$ ;

$t$  – текущее значение показателя надежности.

Интегральная функция или функция распределения  $F(t)$  определяется интегрированием функции плотности вероятностей  $f(t)$  и имеет вид

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} dt \quad (1.12)$$

Обе эти функции имеют два параметра:  $\bar{t}$  – параметр масштаба и  $\sigma$  – параметр формы. Эти параметры определяются на основании опытной информации. Найденные параметры можно подставить в уравнения 1.11 и 1.12 и использовать ими, но это довольно сложная задача.

Если в уравнении 1.11 значение  $\bar{t}$  приравнять к нулю,  $\sigma$  к единице, то получим центрированную и нормированную дифференциальную функцию

$$f_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (1.13)$$

Из уравнений 1.11 и 1.13 соотношение между  $f(t)$  и  $f_0(t)$  имеет вид:

$$f(t_{ci}) = \frac{A}{\sigma} f_0 \left( \frac{t_{ci} - \bar{t}}{\sigma} \right) \quad (1.14)$$

Из уравнения 1.13 также следует, что

$$f_0(-t) = f_0(t),$$

где  $t_{ci}$  - значение середины  $i$ -го интервала статистического ряда.

Центрированная и нормированная интегральная функция ( $t = 0$ ;  $\sigma = 1$ ) определяется по уравнению:

$$F_0(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (1.15)$$

Из уравнений 1.12 и 1.15 получим:

$$F(t_{ki}) = F_0 \left( \frac{t_{ki} - \bar{t}}{\sigma} \right) \quad (1.16)$$

где  $t_{ki}$  - значение конца  $i$ -го интервала статистического ряда.

Из уравнения 1.15 следует,

$$F_0(-t) = 1 - F_0(t) \quad (1.17)$$

При обработке опытной информации установлено:

- средний ресурс  $\bar{t} = 6,49$  мм;
- среднее квадратическое отклонение  $\sigma = 0,24$  мм;
- коэффициент вариации  $V = 0,42$ .

Для построения дифференциальной кривой  $f(t)$  определяется теоретическая вероятность попадания случайной величины в каждом интервале статистического ряда (таблица 1.2).

Так, вероятность того, что деталь потребует ремонта в первом и втором интервале наработок будет равна:

$$f(t_{i1}) = f(6,08) = \frac{0,16}{0,24} f_0 \left( \frac{6,08 - 6,49}{0,24} \right) = 0,66 f_0(-1,71) = 0,66 \cdot (1,71) = 0,66 \cdot 0,092 = 0,061$$

$$f(t_{i2}) = f(6,24) = \frac{0,16}{0,24} f_0 \left( \frac{6,24 - 6,49}{0,24} \right) = 0,66 f_0(-1,04) = 0,66 \cdot (1,04) = 0,66 \cdot 0,232 = 0,153$$

и т.д. для остальных интервалов.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.3.

Для построения интегральной кривой определяются значения функции  $F(t)$  для концов интервалов статистического ряда.

Для первого интервала получим:

$$F(t_{i1}) = F(6,16) = F_0 \left( \frac{6,16 - 6,49}{0,24} \right) = F_0(-1,37) = 1 - F_0(1,37) = 1 - 0,915 = 0,085$$

$$F(t_{i2}) = F(6,32) = F_0 \left( \frac{6,32 - 6,49}{0,24} \right) = F_0(-0,71) = 1 - F_0(0,71) = 1 - 0,761 = 0,239$$

Дальнейшие результаты расчетов представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Значения  $f(t)$  и  $F(t)$  при ЗНР

Интервалы, мм	6,00-6,16	6,16-6,32	6,32-6,48	6,48-6,64	6,64-6,80	6,80-6,96
$f(t)$	0,061	0,153	0,245	0,243	0,166	0,071
$F(t)$	0,085	0,239	0,484	0,732	0,902	0,975

Закон распределения Вейбулла (ЗРВ)

Отличительной особенностью закона распределения Вейбулла является правосторонняя асимметрия дифференциальной функции.

Дифференциальная  $f(t)$  и интегральная  $F(t)$  функции определяются уравнениями:

$$f(t) = \frac{b}{a} \left( \frac{t}{a} \right)^{b-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (1.18)$$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (1.19)$$

где  $a$  и  $b$  – параметры распределения Вейбулла.

Определение параметров " $a$ " и " $b$ " аналитическим путем довольно трудоемко, поэтому на практике при их определении пользуются специальными таблицами.

Порядок определения дифференциальной и интегральной функций при ЗРВ следующий:

1. Определение, на основании опытной информации, среднего значения случайной величины  $\bar{t}$ , среднего квадратического отклонения  $\sigma$  и коэффициента вариации.
2. По таблицам по известному значению коэффициента вариации  $V$  определяются параметр "в" и коэффициенты Вейбулла  $K_v$  и  $C_v$ .
3. Параметр "а" определяется из выражения:

$$a = \frac{\bar{t} - t_{cm}}{K_v} \quad (1.20)$$

или

$$a = \frac{\sigma}{C_v} \quad (1.21)$$

Для рассматриваемого задания по  $\bar{t} = 6,49 \text{ мм}$ ;  $\sigma = 0,25 \text{ мм}$ ;  $V = 0,42$ ;  $t_{cm} = 5,92 \text{ мм}$ .

Из литературных источников по известному коэффициенту вариации  $V$  получим  $V = 2,4$ ;  $K_v = 0,887$ ;  $C_v = 0,380$ .

$$a = \frac{0,24}{0,380} = 0,63 \text{ мм.}$$

4. Зная параметры "а" и "в" и пользуясь табулированными функциями  $af(t)$  и  $F(t)$ , можно определить дифференциальную и интегральную функции.

При нахождении функции  $f(t)$  для каждого интервала статистического ряда

определяется отношение  $\frac{t_{ci} - t_{cm}}{a}$ , где  $t_{ci}$  – середина  $i$ -го интервала. По найденному отношению при определенной величине параметра "в" по таблице определяем значение функции  $af(t_{ci} - t_{cm})$ , нормированной по "а".

Значение функции  $f(t)$  для  $i$ -го интервала статистического ряда определится из выражения:

$$f(t_{ci}) = \frac{af(t_{ci} - t_{cm})}{a} \cdot A \quad (1.22)$$

Для нахождения функции  $F(t)$  для каждого интервала определяется отношение  $\frac{t_{ei} - t_{mi}}{a}$ , где  $t_{ki}$  – конец  $i$ -го интервала. По найденному отношению и параметру "в" по таблице определяем значение интегральной функции  $F(t_{ki} - t_{cm})$ .

Для данного задания значение дифференциальной и интегральной функций при ЗРВ будут равны:

для первого интервала

$$\longrightarrow \frac{t_{c1} - t_{cm}}{a} = \frac{6,08 - 5,92}{0,63} = 0,25 \quad v=2,5 \quad af(t_{c1} - t_{cm}) = 0,3285$$

$$f(6,00 - 6,16) = \frac{0,3285}{0,63} \cdot 0,16 = 0,083$$

$$\longrightarrow \frac{t_{k1} - t_{cm}}{a} = \frac{6,16 - 5,92}{0,63} = 0,4 \quad v=2,5 \quad F(t_{k1}) = 0,096$$

для второго интервала

$$\longrightarrow \frac{t_{c2} - t_{cm}}{a} = \frac{6,24 - 5,92}{0,63} = 0,5 \quad v=2,5 \quad af(t_{c2} - t_{cm}) = 0,7205$$

$$f(6,16 - 6,32) = \frac{0,72}{0,63} \cdot 0,16 = 0,183$$

$$\longrightarrow \frac{t_{k2} - t_{cm}}{a} = \frac{6,32 - 5,92}{0,63} = 0,635 \quad v=2,5 \quad F(t_{k1}) = 0,243$$

Дальнейшие результаты расчетов представлены в таблице 1.4.

Графическое изображение дифференциальной функции  $f(t)$  и интегральной функции  $F(t)$  при выравнивании по ЗНР и по ЗРВ представлено на рисунке 1.1 и 1.2 в приложении.

Таблица 1.4 – Значения  $f(t)$  и  $F(t)$  при ЗРВ

Интервалы, мм	6,00-6,16	6,16-6,32	6,32-6,48	6,48-6,64	6,64-6,80	6,80-6,96
$f(t)$	0,083	0,183	0,247	0,234	0,15	0,069
$F(t)$	0,096	0,243	0,536	0,719	0,902	0,969

1.7 Критерии согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности

Применительно к показателям надежности тракторов и сельскохозяйственных машин, чаще используется критерий согласия Пирсона  $\chi^2$ .

Критерий  $\chi^2$  определяется по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(m_i - m_{\pi i})^2}{m_{\pi i}}, \quad (1.23)$$

где  $n$  – число интервалов в статистическом ряду;

$m_i$  – опытная частота в  $i$ -ом интервале;

$m_{\pi i}$  – теоретическая частота в  $i$ -ом интервале.

$$m_{\pi i} = N \cdot [F(t_i) - F(t_{i-1})] \quad (1.24)$$

Для определения критерия согласия  $\chi^2$  нужно иметь статистический ряд, который удовлетворяет условиям:

$$n \geq 4; \quad m \geq 5. \quad (1.25)$$

В случае, если статистический ряд не удовлетворяет этим условиям, проводится укрупнение его путем объединения интервалов с частотой  $m_i$  или  $m_{\pi i}$  меньше 5 с соседними.

Для данного задания значение теоретической частоты ( $m_{\pi i}$ ) для каждого интервала статистического ряда, определенное по формуле 1.24 для ЗНР и ЗРВ представлено в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Значение теоретической частоты для ЗНР и ЗРВ

Интервалы, мм	6,00-	6,16-	6,32-	6,48-	6,64-	6,80-
	6,16	6,32	6,48	6,64	6,80	6,96
Опытная частота $m_i$	3	5	6	7	6	3
F (t)	ЗНР 0,085	0,239	0,484	0,732	0,902	0,975
	ЗРВ 0,096	0,243	0,536	0,719	0,902	0,969
Теоретическая частота, $m_{\pi i}$	ЗНР 2,55	4,62	7,35	7,44	5,1	2,19
	ЗРВ 2,88	4,41	8,79	5,49	5,49	2,01

Так как при выравнивании по ЗНР статистический ряд не удовлетворяет условию 1.25, производим укрупнение статистического ряда, т.е. объединяем первый и второй, а также пятый и шестой интервалы. Укрупненный статистический ряд представлен в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Укрупненный статистический ряд для определения критерия согласия  $\chi^2$

Интервалы, мм		6,00-6,32	6,32-6,48	6,48-6,64	6,64-6,96
Опытная частота, $m_i$		8	6	7	9
Теоретическая частота, $mt_i$	ЗНР	7,17	7,35	7,44	7,29
	ЗРВ	7,29	8,79	5,49	7,5

Критерий  $\chi^2$  будет соответственно равен:

- для закона нормального закона

$$\chi^2 = \frac{(8 - 7,17)^2}{7,17} + \frac{(6 - 7,35)^2}{7,35} + \frac{(7 - 7,44)^2}{7,44} + \frac{(9 - 7,29)^2}{7,29} = 0,771$$

- для закона распределения Вейбулла

$$\chi^2 = \frac{(8 - 7,29)^2}{7,29} + \frac{(6 - 8,79)^2}{8,79} + \frac{(7 - 5,49)^2}{5,49} + \frac{(9 - 7,5)^2}{7,5} = 1,67$$

Для количественной оценки совпадения опытного и теоретического распределения определяется вероятность совпадения по критерию Пирсона  $P(\chi^2)$ , определяемая по таблицам в литературных источниках.

Вероятность совпадения при прочих равных условиях зависит также от повторности исследуемой информации. Для пользования таблицей необходимо определить число степеней свободы "r" по уравнению:

$$r = n_y - k - 1 \quad (1.26)$$

где  $n_y$  – число интервалов укрупненного статистического ряда;

$k$  – число параметров теоретического закона распределения;

1 – связь, накладываемая закономерностью  $\sum P_i = 1$ .

Для данного примера  $r = 4 - 2 - 1 = 1$ .

Тогда для закона нормального распределения  $P(\chi^2) = 40\%$ , для закона распределения Вейбулла  $P(\chi^2) = 20\%$ .

Принято считать, что теоретический закон согласуется с опытным распределением, если  $P(\chi^2) \geq 10\%$ .

Из проведенной проверки следует, что оба теоретические закона согласуются с опытным распределением, но вероятность совпадения закона нормального распределения несколько выше, чем закон распределения Вейбулла.

## 1.8 Определение доверительных границ рассеивания одиночного и среднего значений показателя надежности. Абсолютная и относительная предельные ошибки

Доверительные границы рассеивания показателей надежности при использовании закона нормального распределения определяется по формулам:

а) для одиночного значения показателя надежности

$$t_{\alpha}^{-} = \bar{t} - t_{\alpha} \sigma; \quad (1.27)$$

$$t_{\alpha}^{+} = \bar{t} + t_{\alpha} \sigma; \quad (1.28)$$

$$I_{\alpha} = t_{\alpha}^{-} + t_{\alpha}^{+} r; \quad (1.29)$$

$$e_{\alpha} = t_{\alpha} \sigma, \quad (1.30)$$

где  $t_{\alpha}^{-}$  - нижняя доверительная граница одиночного значения показателя надежности;

$t_{\alpha}^{+}$  - верхняя доверительная граница одиночного значения показателя надежности;

$\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;

$t_{\alpha}$  - коэффициент Стьюдента определяется по таблице в зависимости от принятой доверительной вероятности  $\alpha$  и объема информации  $N$ ;

$I_{\alpha}$  - доверительный интервал;

$e_{\alpha}$  - абсолютная ошибка рассеивания.

б) для среднего значения показателя надежности:

$$t_{\alpha}^{-} = \bar{t} - t_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}; \quad (1.31)$$

$$t_{\alpha}^{+} = \bar{t} + t_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}; \quad (1.32)$$

$$\bar{I} = t_{\alpha}^{-} + t_{\alpha}^{+}; \quad (1.33)$$

$$\bar{e}_z = t_z \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \quad (1.34)$$

где  $\bar{t}_z$  - нижняя доверительная граница рассеивания среднего значения показателя надежности;

$\bar{t}_z$  - верхняя доверительная граница рассеивания среднего значения показателя надежности;

$e_z$  - абсолютная ошибка рассеивания среднего значения показателя надежности.

Относительная ошибка переноса опытных значений показателя надежности на генеральную совокупность:

$$\varepsilon_{\infty} = \frac{\bar{t}_z - \bar{t}}{\bar{t} - t_{\text{ср}}} \cdot 100\% \quad (1.35)$$

Определяем доверительные границы рассеивания одиночного и среднего значений показателя надежности, предварительно задаемся доверительной вероятностью  $\alpha = 0,95$ . По таблице определяем значение коэффициента Стьюдента  $t_z$  для  $\alpha = 0,95$  и  $N = 30$ . Для заданных условий  $t_z = 2,04$ . Тогда, по формулам 1.27, 1.28, 1.30 и 1.31 определим:

$$t_z^{\text{н}} = 6,49 - 2,04 \cdot 0,24 = 6_{\text{мм}};$$

$$t_z^{\text{в}} = 6,49 + 2,04 \cdot 0,24 = 6,98_{\text{мм}};$$

$$\bar{t}_z^{\text{н}} = 6,49 - 2,04 \cdot \frac{0,24}{\sqrt{30}} = 6,58_{\text{мм}};$$

$$\bar{t}_z^{\text{в}} = 6,49 + 2,04 \cdot \frac{0,24}{\sqrt{30}} = 6,58_{\text{мм}};$$

$$\varepsilon_{\infty} = \frac{6,58 - 6,49}{6,49 - 5,92} \cdot 100\% = 15,7\%$$

Расчет доверительных границ рассеивания при использовании закона распределения Вейбулла ведется от нуля, т.к. кривая распределения в этом случае асимметрична.

Рассеивание одиночных значений показателя надежности определяется по формулам:

$$t^{\#} = H_{\frac{\alpha}{2}}^{\frac{1}{v}} \left( \frac{1 - \alpha}{2} \right) \cdot a + t_{cm}, \quad (1.36)$$

$$t^{\#} = H_{\frac{\alpha}{2}}^{\frac{1}{v}} \left( \frac{1 + \alpha}{2} \right) \cdot a + t_{cm} \quad (1.37)$$

где  $t_n$  – нижняя доверительная граница;

$t_v$  – верхняя доверительная граница;

$H_{\frac{\alpha}{2}}^{\frac{1}{v}}$  – нормированная квантиль закона распределения Вейбулла, определяется по таблице из литературных источников для известных значений "v" и  $\frac{1 \pm \alpha}{2}$  ;

a – параметр распределения Вейбулла.

Для определения границ рассеивания среднего значения используются формулы:

$$\bar{t}^{\#} = (\bar{t} - t_{cm}) \cdot \sqrt[3]{r_3} + t_{cm}, \quad (1.38)$$

$$\bar{t}^{\#} = (\bar{t} - t_{cm}) \cdot \sqrt[3]{r_1} + t_{cm}, \quad (1.39)$$

где  $\bar{t}^{\#}$  – нижняя доверительная граница;

$\bar{t}^{\#}$  – верхняя доверительная граница;

$r_1$ ;  $r_3$  – коэффициенты Вейбулла, определяются по таблице из литературы;

v – параметр распределения Вейбулла.

При доверительной вероятности  $\alpha=0,95$ ;  $\bar{t}=6,49$  мм;  $t_{cm}=5,92$  мм;  $v=2,5$ ;  $a=0,63$  мм доверительные границы рассеивания одиночного и среднего значения определенные по формулам 1.21...1.24 будут равны:

$$t^{\#} = H_{\frac{\alpha}{2}}^{\frac{1}{v}} \left( \frac{1 - 0,95}{2} \right) \cdot 0,63 + 5,92 = 0,210 \cdot 0,63 + 5,92 = 6,05 \text{ мм}$$

$$t^{\#} = H_{\frac{\alpha}{2}}^{\frac{1}{v}} \left( \frac{1 + 0,95}{2} \right) \cdot 0,63 + 5,92 = 1,73 \cdot 0,63 + 5,92 = 7,01 \text{ мм}$$

$$\bar{t}^s = (6,49 - 5,92) \cdot \sqrt[2,5]{0,72} + 5,92 = 6,42 \text{ мм}$$

$$\bar{t}^s = (6,49 - 5,92) \cdot \sqrt[2,5]{1,48} + 5,92 = 6,59 \text{ мм}$$

Относительная ошибка рассеивания (переноса) опытных значений показателя надежности на генеральную совокупность:

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{\bar{t}^s - \bar{t}}{\bar{t} - t_{\text{кр}}} \cdot 100\% \quad (1.40)$$

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{6,59 - 6,49}{6,49 - 5,92} \cdot 100\% = 17,5\%$$

### 1.9 Определение минимального числа объектов наблюдения при оценке показателей надежности

Точность определения показателей надежности зависит при прочих равных условиях от объема информации, т.е. от числа испытываемых объектов. Как известно, с увеличением количества испытываемых объектов  $N$  доверительные границы сближаются, а абсолютная ошибка уменьшается.

Прежде чем приступить к испытанию, нужно определить количество испытываемых изделий. Для этого задаются определенной доверительной вероятностью  $\alpha$  и возможной относительной ошибкой  $\varepsilon_{\alpha}$ .

В условиях производства при испытании на надежность в большинстве случаев задаются доверительной вероятностью  $\alpha=0,80\dots0,95$  и величиной относительной ошибки  $\varepsilon_{\alpha}=10\dots20\%$ . Количество объектов испытания определяется в соответствии с принятым законом распределения.

При использовании закона нормального распределения, если обе части уравнения 1.34 разделить на среднее значение показателя надежности  $\bar{t}$ , получим:

$$\frac{e_{\alpha}}{\bar{t}} = t_{\alpha} \frac{\sigma}{\bar{t}\sqrt{N}} \quad \text{или} \quad \varepsilon_{\alpha} = \frac{t_{\alpha} V}{\sqrt{N}}$$

Окончательно получим:

$$\frac{\varepsilon_{\alpha}}{V} = \frac{t_{\alpha}}{\sqrt{N}} \quad (1.41)$$

Для определения объема испытаний  $N$  необходимо задаться величиной допустимой относительной ошибкой  $\varepsilon_{\alpha}$  и для известной величины коэффициента

вариации  $V$  определить значение  $\frac{t_{\alpha}}{\sqrt{N}}$  с использованием формулы 1.41, затем по таблице определить искомый объем информации  $N$  при заданной доверительной вероятности  $\alpha$ .

В нашем случае относительная ошибка  $\varepsilon_{\alpha} \leq 20\%$  (0,20), доверительная вероятность  $\alpha=0,95$ , коэффициент вариации  $V=0,42$ . Подставляя данные в формулу 1.41 получим

$$\frac{t_{\alpha}}{\sqrt{N}} = \frac{\varepsilon_{\alpha}}{V} = \frac{0,20}{0,42} = 0,47$$

По таблице для  $\alpha=0,95$   $N=20$ .

При использовании закона распределения Вейбулла пользуются уравнением:

$$q = (\varepsilon_{\alpha} + 1)^v, \quad (1.42)$$

где  $v$  – параметр распределения Вейбулла.

По значению  $q$ , при известной доверительной вероятности по таблице определяется количество испытываемых объектов.

Для  $V = 0,42$ ;  $v=2,5$  получим

$$q = (\varepsilon_{\alpha} + 1)^v = (0,2 + 1)^{2,5} = 1,57$$

По таблицам для  $\alpha=0,95$  находим  $N=17$ .

## 2 Методы обработки усеченной информации

Проводить ресурсные испытания тракторов и автомобилей, обладающих достаточно высокой долговечностью, до получения показателей долговечности у всех объектов практически невозможно. Это требует очень длительного времени их испытаний. Поэтому, при сборе информации по показателям долговечности таких машин, испытания ведут до определенной наработки «Т». При этом длительность испытаний выбирается таким образом, чтобы получить показатели надежности не менее чем у 50% изделий.

Полученная при таких испытаниях информация называется усеченной.

В случае усеченной информации получить характеристики распределения ( $\bar{t}$  и  $\sigma$ ) изложенным выше методом невозможно. Эту задачу можно решить

графическим методом обработки статистической информации с помощью вероятностной бумаги.

## 2.1 Вероятностная бумага закона нормального распределения

Порядок пользования вероятностной бумагой закона нормального распределения следующий:

1. На листе бумаги наносят прямоугольные оси координат.
2. На график наносят 6...7 опытных точек, равномерно расположенных в сводной таблице исходной информации (вариационном ряду). При этом координаты точек определяют по уравнениям:

$$x_i = M_x \cdot t_i, \quad (2.1)$$

где  $M_x$  – масштаб по оси X;

$t_i$  – значение показателя надежности  $i$ -й точки.

$$y = M_y(2,33 \pm H_k(\sum P_i)), \quad (2.2)$$

где  $M_y$  – масштаб по оси "y" (принимается  $M_y = 50$  мм/ед.квантили);

$H_k$  – нормированная квантиль нормального закона распределения определяется по таблице для накопленной опытной вероятности рассматриваемой точки информации  $\sum P_i$ ;

«+» - если  $\sum P_i \geq 0,5$ ; «-» - если  $\sum P_i \leq 0,5$ .

Накопленная опытная вероятность рассматриваемой точки информации определяется по формуле:

$$\sum P_i = \frac{N_i^o}{N+1}, \quad (2.3)$$

где  $N_i^o$  – порядковый номер  $i$ -ой точки вариационного ряда статистической информации;

$N$  – объем информации.

3. Нанести опытные точки на график и через них провести прямую линию таким образом, чтобы точки были максимально приближены к этой прямой

4. Определяем  $\bar{t}$  и  $\sigma$ . Для этого через координату "у" = 116,5 мм, что соответствует  $\sum P_i = 0,5$ , провести прямую, параллельную оси "х" до пересечения с графиком. Абсцисс точки графика, соответствующая  $\sum P_i = 0,5$ , равна  $\bar{t}$ . Для определения  $\sigma$  через координату "у" = 66,6 мм, что соответствует  $\sum P_i = 0,16$ , провести прямую, параллельную оси "х", до пересечения с графиком. Разность абсцисс точек соответствующих  $\sum P_i = 0,5$  и  $\sum P_i = 0,16$  равна среднеквадратическому отклонению случайной величины в соответствующем масштабе.

в нашем случае для обработки возьмем точки 2, 4, 7, 9, 11, 13.

Примем  $MX = 3$  мм/ед.лог., тогда:

$$x_2 = 3 \cdot 6,09 = 18,27 \text{ мм};$$

$$x_4 = 3 \cdot 6,22 = 18,66 \text{ мм};$$

$$\sum P_2 = \frac{2}{15+1} = 0,125 \Rightarrow (1 - 0,125) = 1,126$$

$$\sum P_4 = \frac{4}{15+1} = 0,25 \Rightarrow (1 - 0,25) = 0,675$$

$$y_2 = 50 \cdot (2,33 - 1,126) = 60,2 \text{ мм};$$

$$y_4 = 50 \cdot (2,33 - 0,675) = 82,75 \text{ мм}.$$

Результаты расчетов представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 Результаты расчетов для построения вероятностной бумаги ЗНР

Порядковый номер, $N_i^o$	Значение показателя надежности, $t_i$ , мм	X мм	$\sum_1^i P_i$	У <sub>i</sub> мм
2	6,09	18,27	1,126	60,2
4	6,22	18,66	0,675	82,75
7	6,28	18,84	0,151	88,35
9	6,36	19,08	0,151	124,05
11	6,41	19,23	0,468	139,39
13	6,46	19,38	0,878	160,4

Вероятностная бумага ЗНР представлена на рисунке 2.1, из графика получим

$$\bar{t} = \frac{18,58}{M_x} = \frac{18,58}{3} = 6,19 \text{ мм}$$

$$\sigma = \frac{0,45}{M_x} = \frac{0,45}{3} = 0,15 \text{ мм.}$$

## 2.2 Вероятностная бумага закона распределения Вейбулла

Порядок расчета по вероятностной бумаге следующий:

1. Из сводной таблицы взять 6...7 равномерно расположенных точек.
2. Определить координаты опытных точек по уравнениям:

$$x_i = M_x \cdot \lg(t_i - t_{\text{см}}), \text{ мм} \quad (2.4)$$

где  $M_x$  – масштаб по оси  $x$ , принимается  $M_x = 100 \frac{\text{мм}}{\text{ед.лог.}}$ .

$$y = M_y \cdot \left( 2,37 + \lg \lg \frac{1}{1 - \sum P_i} \right) \quad (2.5)$$

где  $M_y$  – масштаб по оси  $y$ , принимается  $M_y = 50$ .

$\sum P_i$  – накопленная опытная вероятность для рассматриваемой точки

$$\sum P_i = \frac{N_i^0}{N+1}$$

3. Нанести опытные точки на график и провести через них прямую линию.

4. Из точки, соответствующей  $\sum P_i = 0,63$  ( $y = 100,3$  мм), провести горизонтальную прямую до пересечения с графиком и определить отрезок  $x_a$  и по величине отрезка определить параметр "а" по формуле:

$$a = \text{анти} \lg \frac{x_a (\text{мм})}{100} \quad (2.6)$$

5. Продолжить график до пересечения с осью абсцисс и найти отрезок "Б". По отрезку определяем параметр "в".

$$b = \text{tg} \alpha = \frac{100,3 \cdot 2}{Б} \approx \frac{200}{Б} \quad (2.7)$$

6. По величине параметра "в" из таблицы определяем коэффициенты  $K_B$  и  $C_B$ .

7. Определяем  $\bar{t}$  и  $\sigma$  по формулам:

$$\sigma = a \cdot C_B, \quad (2.8)$$

$$\bar{t} = a \times K_B + t_{см} \quad (2.9)$$

Для обработки возьмем точки 2; 4; 7; 9; 11; 13.

Смещение начала рассеивания показателя надежности определяется по формуле 1.10.

$$t_{см} = t_1 - \frac{t_3 - t_1}{2} = 6,01 \cdot \frac{6,16 - 6,01}{2} \approx 5,9 \text{ мм.}$$

При определении абсцисс опытных точек за единицу измерения показателя надежности принимают такое значение, при котором разность  $(t_i - t_{см})$  равнялось бы примерно от 1 до 20. В нашем случае наиболее удобно за единицу измерения показателя надежности принять 0,1 мм, тогда:

$$x_2 = 100 \cdot \lg(60,9 - 59) = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ мм;}$$

$$x_4 = 100 \cdot \lg(62,2 - 59) = 100 \cdot 0,58 = 58 \text{ мм и т.д.}$$

$$\sum P_2 = \frac{2}{30 + 1} = 0,064 \quad ;$$

$$\sum P_4 = \frac{4}{30 + 1} = 0,13 \quad .$$

$$y_2 = 50 \cdot \left( 2,37 + \lg \lg \frac{1}{1 - 0,064} \right) = 41,4 \text{ мм;}$$

$$y_4 = 50 \cdot \left( 2,37 + \lg \lg \frac{1}{1 - 0,13} \right) = 57,3 \text{ мм.}$$

5. Содержание отчета о выполненной работе.

5.1. Описать методику выполнения работы в соответствии с п.4, результаты представить в виде таблицы (таблица 2.2).

Результаты представлены в таблице 2.2

Таблица 2.2 Результаты расчетов для построения вероятностной бумаги ЗРВ

Порядковый номер $N_i^o$	Значение показателя надежности $t_i$ , мм	X мм	$\sum_1^i P_i$	Yi мм
2	6,09	28	0,064	41,4
4	6,22	50	0,13	57,6
7	6,28	58	0,226	70,8
9	6,36	66	0,290	77,1
11	6,41	70	0,355	82,5
13	6,46	75	0,420	87,2

Вероятностная бумага ЗРВ представлена на рисунке 2.2, из графика получили отрезок  $x_a = 84$  мм, отрезок Б= 77 мм. Тогда:

$$a = \text{анти} \lg \frac{x_a}{100} = \text{анти} \lg \frac{88}{100} = 7,58$$

Так как за единицу измерения показателя надежности при определении абсцисс опытных точек принято 0,1 мм, то  $a = 0,758$  мм.

$$b = \text{tg} \alpha = \frac{100,3 \cdot 2}{Б} = \frac{200,6}{84} = 2,4$$

Из таблицы по найденному значению параметра "в" определяем коэффициенты Вейбулла:  $K_b=0,887$ ;  $C_b=0,394$ .

$$\sigma = a \cdot C_b = 0,75 \cdot 0,394 = 0,29 \text{ мм}$$

$$\bar{t} = a \cdot K_b + t_{\text{ср}} = 0,75 \cdot 0,887 + 5,9 = 6,56 \text{ мм}$$

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

### РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ МАШИН

#### 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Качество новых и отремонтированных машин (объектов) и их составных частей определяется целым комплексом технических и экономических показателей.

Одним из основных показателей, характеризующих качество объекта, является надежность.

**Надежность** - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значение всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в данных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. (ГОСТ 27.002-89).

**Надежность** - свойство готовности и влияющие на него свойства безотказности и ремонтпригодности, и поддержка технического обслуживания. (ГОСТ Р 53480- 2009).

Надежность, как и качество, понятие сложное и оценивается рядом единичных и комплексных показателей. К единичным относятся показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости.

#### 2. ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ.

2.1. Освоить методику определения единичных показателей безотказности по статистическим данным, полученным в результате испытаний машин.

2.2. Сравнить полученные значения показателей с показателями безотказности одноименных отечественных машин и сделать обоснованное заключение о качестве их изготовления или ремонта.

#### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ

Безотказность- свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное

состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки [4].

Безотказность оценивается следующими показателями:

- вероятностью безотказной работы;
- средней наработкой до отказа;
- гамма-процентной наработкой до отказа;
- средней наработкой на отказ;

- интенсивностью отказов;
- параметром потока отказов.

Ниже излагается методика определения показателей безотказности.

3.1. Вероятность безотказной работы  $P(t)$ - это вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает.

Если обозначить через  $t_3$  заданное время, в течение которого необходимо определить вероятность безотказной работы объекта, а через  $t$  случайное время работы объекта до отказа, то согласно определению вероятности безотказной работы справедлива следующая зависимость:

$$P(t_3) = P(t > t_3)$$

Вероятность безотказной работы величина безразмерная и изменяется от единицы до нуля.

$$P(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt, \quad (1)$$

где  $f(t)$  - распределение вероятностей возникновения отказов.

При наличии статистических данных об отказах вероятность безотказной работы определяется по формуле:

$$\hat{P}(t) = \frac{N - m(t)}{N} = 1 - \frac{m(t)}{N} \quad (2)$$

где  $N$  число объектов в начале испытания, шт.;

$m(t)$  - число отказавших объектов за время  $t$ .

На практике иногда более удобной характеристикой состояния объекта может стать понятие - **вероятность отказа**.

Вероятность отказа  $Q(t)$  - вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта возникает.

Так как объект (изделие) может находиться в одном из двух взаимоисключающих состояниях работоспособном и неработоспособном, то сумма вероятности безотказной работы и вероятности отказа равняется единице.

$$P(t) + Q(t) = 1 \quad (3)$$

При наличии статистических данных вероятность отказа определяем по формуле:

$$\hat{Q}(t) = 1 - \hat{P}(t) = \frac{m(t)}{N} \quad (4)$$

Формула (2) справедлива для определения вероятности безотказной работы объектов, которые снимаются с эксплуатации после возникновения первого отказа.

К этой группе относятся невосстанавливаемые объекты (лампы накаливания; конденсаторы; резино-технические изделия; подшипники качения и др.).

Восстанавливаемые объекты в процессе эксплуатации (испытаний) после возникновения первого отказа, как правило, ремонтируются, часто с заменой их составных частей.

Вероятность безотказной работы таких объектов определяется более сложными уравнениями [5] и они в настоящем методическом указании не обсуждаются.

#### 4.1.1. Построение кривых $P(t)$ и $Q(t)$ .

**Пример:** На комбайны СК-5 «Нива», прошедшие ремонт на специализированном ремонтном предприятии, поставлены 35 капитально отремонтированных двигателей. Наблюдения за надежностью велись до появления первого отказа у каждого двигателя. Получены следующие данные о наработке деталей до отказа, га:

115;120;125;130;132;135;138;140;141;142;143;144;145;146;147;148;149;150;152; 154;153;155;156;158;160;162;165;168;169;170;174;177;185;188;203,  
**N=35**

График строится по общепринятой методике обработки статистических данных, разбивая статистическую информацию на равные интервалы.

Число интервалов  $n$  определяется по формуле:

$$n = \sqrt{N},$$

где  $N$ - число объектов, поставленных на испытания, шт.

$n = \sqrt{35} = 5,9$ . Принимаем  $n = 6$ .

Величина интервала  $A$  определяется по формуле:

$$A = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{n}$$

где  $t_{\max}$ -максимальное значение наработки до появления отказа, га:

$t_{\min}$  – минимальное значение наработки, га

$$A = \frac{203 - 115}{6} = 14,6; \text{ принимаем } A = 15 \text{ га.}$$

В учебных целях сначала рекомендуется построить гистограмму и полигон опытного распределения наработки изделий до отказа (рис.1). а затем

приступить, к определению вероятности их безотказной работы и построению графика функций  $P(t)$  и  $Q(t)$  (рис.2). Оба рисунка располагаются на одном листе, желательно на

миллиметровой бумаге, в одинаковом масштабе по оси абсцисс.

Значения вероятности безотказной работы двигателей определяются для каждого интервала наработки по формуле (2). При этом принимается наработка, соответствующая верхней границе интервала. Вероятность отказа определяется по формуле(4).

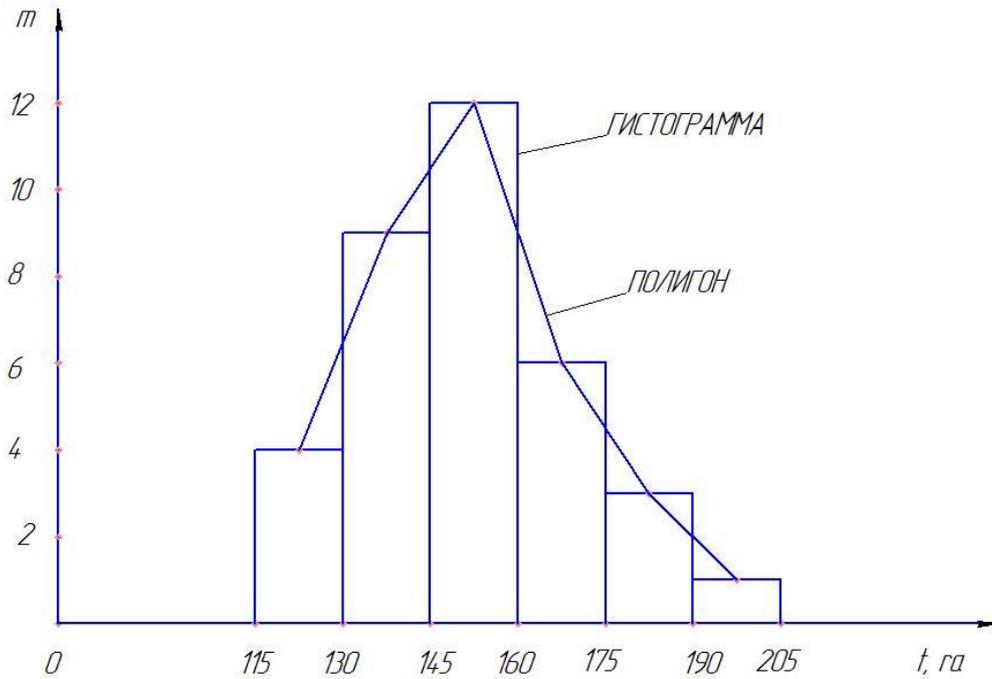


Рисунок 1 Графическое изображение гистограммы и полигона опытного распределения наработки двигателей до отказа.

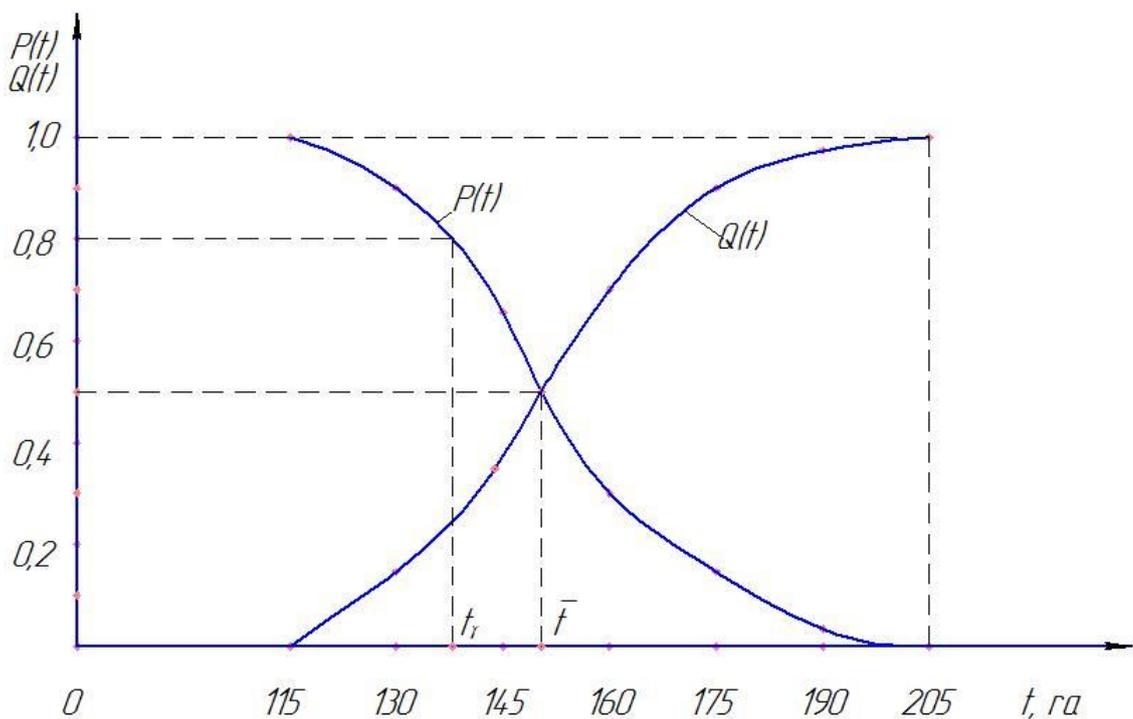


Рисунок 2 График функции P(t) и Q(t).

$$P(115) = 1 - \frac{0}{35} = 1 \quad Q(115) = 1 - 1 = 0$$

$$P(130) = 1 - \frac{4}{35} = 0,89 \quad Q(130) = 1 - 0,89 = 0,11$$

$$P(145) = 1 - \frac{13}{35} = 0,63 \quad Q(145) = 1 - 0,63 = 0,37$$

$$P(160) = 1 - \frac{25}{35} = 0,29 \quad Q(160) = 1 - 0,29 = 0,71$$

$$P(175) = 1 - \frac{31}{35} = 0,12 \quad Q(175) = 1 - 0,12 = 0,88$$

$$P(190) = 1 - \frac{34}{35} = 0,03 \quad Q(190) = 1 - 0,03 = 0,97$$

$$P(205) = 0 \quad Q(205) = 1$$

В приложении 1 дана опытная информация для самостоятельного построения студентами графиков P(t) и Q(t). Построенные графики обсуждаются студентами под руководством преподавателя.

**3.2 Средняя наработка до отказа** - математическое ожидание наработки объекта до первого отказа [4].

Средняя наработка до отказа определяется по формуле:

$$\bar{t} = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt \quad (5)$$

где  $f(t)$  - распределения вероятностей наработки объектов до отказа.

При наличии статистических данных  $\bar{t}$  определяется по формуле:

$$\hat{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \quad (6)$$

где  $t_i$  - наработка  $i$ -го объекта до отказа.

Используя статистические данные приведенного выше примера о наработке двигателей до отказа, находим значение  $\hat{t}$  по формуле (6):

$$\hat{t} = \frac{5339}{35} = 152,5 \text{ га}$$

Полученное значение наработки двигателей до отказа сравнивается с результатами предшествующих испытаний или с нормативными значениями  $\bar{t}$  (для невозстанавливаемых изделий) и делается заключение о качестве ремонта изделий.

3.3 Гамма-процентная наработка до отказа  $t_\gamma$ - наработка, в течение которой отказ объекта не возникает с вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах [4].

Рекомендуется значение  $\gamma$  для сельскохозяйственной техники принимать 80% или 90%.

Например, для  $\gamma = 80\%$  вероятность безотказной работы объекта равна

$$P(t_{\gamma=80\%}) = \frac{\gamma}{100} = 0,80$$

Гамма-процентная наработка до отказа, как оценочный показатель безотказности объектов, позволяет сократить продолжительность испытаний, подконтрольной партии изделий, а лишь у 10%. или 20%. и далее испытания прекращаются.

4.4 Средняя наработка на отказ  $\bar{t}_0$ -отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течении этой наработки [4].

При наличии статистических данных средняя наработка на отказ определяется по формуле:

$$\hat{t}_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N t_i \quad (7)$$

где N-число объектов, поставленных на испытания;

m-число отказов всех объектов;

$t_i$ -наработка i-го объекта за время испытаний.

Пример:

При испытании на автополигоне НАМИ двух капитально отремонтированных автомобилей ГАЗ-53А получены данные [6]:

Автомобиль №1, пробег 25000км, число отказов за время испытаний - 26шт.;

Автомобиль №2, пробег 25000 км, число отказов за время испытаний - 22шт.;

Средняя наработка на отказ определяется по формуле (7):

$$\hat{t}_0 = \frac{5000}{48} = 1041 \text{ км}$$

Сравнительные испытания новых и капитально отремонтированных автомобилей ГАЗ-53А прошедших испытания в условия полигона НАМИ, показали что средняя наработка на отказ у автомобилей, прошедших капитальный ремонт, ниже чем у новых в 3,5 раза, что говорит о низкой надежности отремонтированных автомобилей.

4.5 Интенсивность отказов  $\lambda(t)$  и условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возникает [4].

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} \quad (8)$$

Где  $f(t)$ - плотность распределения наработки объекта до отказа;

$P(t)$ -вероятность безотказной работы объекта за время  $t$ .

При наличии статистических данных интенсивность отказов определяется по формуле:

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{N(\Delta t)}{N_{cp} \cdot \Delta t} \quad (9)$$

где  $N(\Delta t)$ -число отказавших объектов в интервале времени от  $t - \frac{\Delta t}{2}$  до  $t + \frac{\Delta t}{2}$ ;

$$N_{cp} = \frac{N_{ih} + N_{ik}}{2}$$

$N_{cp}$ —среднее число исправно работающих объектов в интервале  $\Delta t_i$ ;

$N_{ih}$ -число объектов, исправно работающих в начале интервала  $\Delta t_i$ ;

$N_{ik}$  — число объектов исправно работающих в конце интервала  $\Delta t_i$ .

Пример:

Используя представленные выше статистические данные о наработке двигателей до отказа, определить интенсивность отказов.

Расчет ведется по формуле (9) для значений  $t$ , соответствующих середине каждого интервала наработки:

$$\lambda(122,5) = \frac{4}{\frac{35+31}{2} \cdot 15} = 0,008 \frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(137,5) = \frac{9}{\frac{31+22}{2} \cdot 15} = 0,023 \frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(152,5) = \frac{12}{\frac{22+10}{2} \cdot 15} = 0,050 \frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(167,5) = \frac{6}{\frac{10+4}{2} \cdot 15} = 0,057 \frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(182,5) = \frac{3}{\frac{4+1}{2} \cdot 15} = 0,080 \frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(197,5) = \frac{1}{\frac{1+0}{2} \cdot 15} = 0,133 \frac{1}{\text{га}}$$

Графическое изображение  $\lambda(t)$  показано на рис.3

Интенсивность отказов, как количественная характеристика надежности невосстанавливаемых объектов, позволяет определить значения наработок, где интенсивность отказов имеет наибольшее значение. Это используется специалистами для повышения надежности изделий.

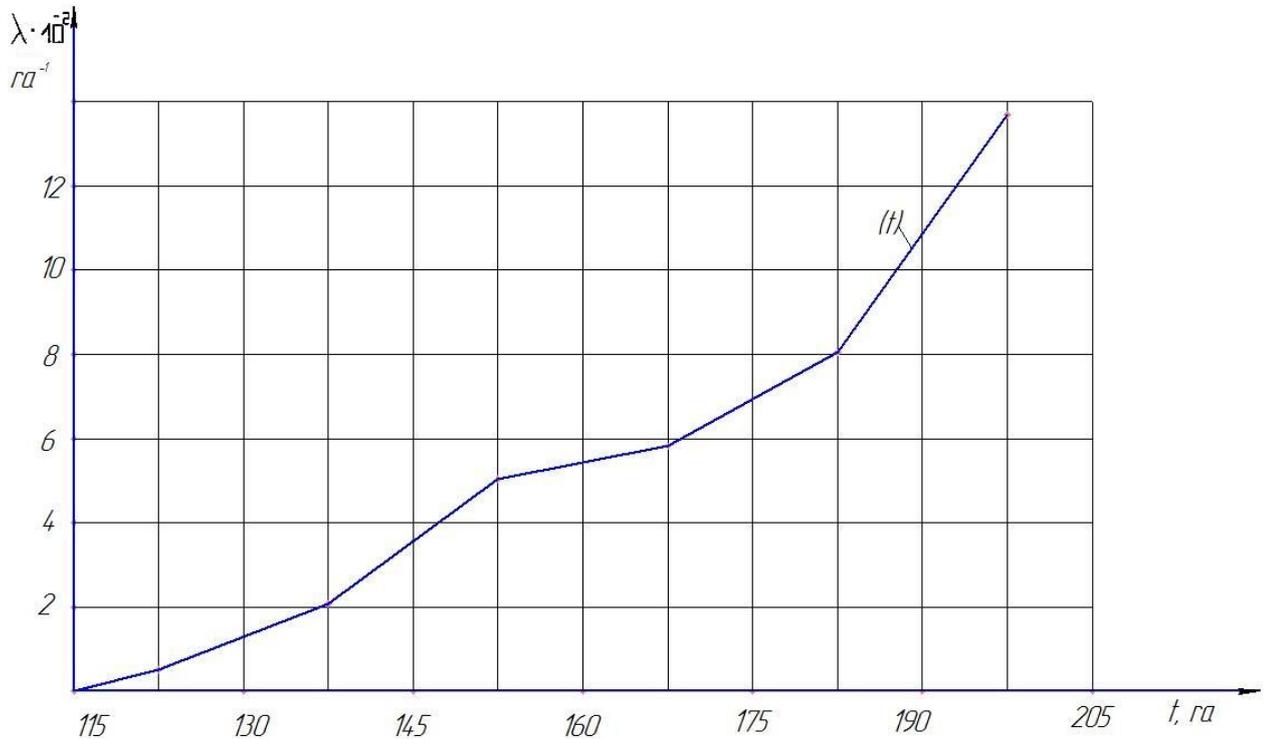


Рис.3 Интенсивность отказов двигателей.

4.6 Параметр потока отказов  $\omega(t)$  – плотность вероятности возникновения отказов восстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени [4].

Параметр потока отказов определяется по уравнению:

$$\omega(t) = \frac{dH(t)}{dt} \tag{10}$$

где  $H(t)$ -характеристика потока отказов.

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i(t) = \lim_{N \rightarrow \infty} m_{cp}(t) \quad (11)$$

При наличии статистических данных  $\omega(t)$  определяется по формуле

$$\hat{\omega}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t + \Delta t) - \sum_{i=1}^N m_i(t)}{N_{\Delta t}} = \frac{m_{cp}(t + \Delta t) - m_{cp}(t)}{\Delta t} \quad (12)$$

где N-число восстанавливаемых объектов, поставленных на испытания;  
 $m_i(t)$ - число отказов i-го объекта к наработке t.

Изменение параметра потока отказов по наработке совпадает с изменением плотности вероятности возникновения отказов восстанавливаемого объекта. Поэтому если имеется гистограмма или полигон распределения отказов, дающие наглядное представление о частоте их появления по мере наработки, то нет необходимости графического изображения параметра потока отказов.

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

4.1. По данным приложения 1 построить гистограмму, полигон и график функций P(t) и Q(t).

4.2. Определить среднюю наработку до отказа ламп накаливания и процентную наработку для  $\gamma=90\%$ .

4.3. Интенсивность отказов  $\lambda(t)$  определить по данным задачи 3.1.

4.4. Среднюю наработку на отказ определить по данным задачи 3.2.

##### Задача 3.1

На испытание поставлена опытная партия ламп накаливания фар грузовых автомобилей. Получены следующие наработки ламп до отказа (тыс. км. пробега):

96;127;131;143;148;148;159;163;165;170;173;179;187;188;192;197;198;199;200;210;215;218;220;228;231;234;242;256;260;275. N=30

1. Определить показатели безотказности.
2. Дать заключение о качестве изготовления опытной партии ламп накаливания, если наработка до отказа серийных ламп составляет 180 тыс. км.

##### Задача 3.2

При испытании на автополигоне НАМИ двух капитально отремонтированных автомобилей ЗИЛ-ММЗ-555 получены следующие данные [7]:

Автомобиль №1, пробег 26344 км, число отказов за время испытаний - 29 шт.;

Автомобиль №2, пробег 25321 км, число отказов за время испытаний - 28 шт.

Определить значение наработки на отказ у автомобилей, прошедших капитальный ремонт и сделать заключение о их безотказности, если наработка на отказ у новых автомобилей в 3,5 раза выше, чем у отремонтированных.

### Задача 3.3

В таблице представлены результаты испытаний 5 автомобилей ЗИЛ в течение года:

Показатели	Номера автомобилей				
	1	2	3	4	5
Наработку до первого отказа, тыс. км.	9,0	10,0	12,1	20,0	16,0
Наработка годовая, тыс.км.	40	45	40	55	40
Зарегистрировано отказов,шт.	7	6	6	5	5

Определить:

1. Среднюю наработку автомобилей до первого отказа.
2. Среднюю наработку на отказ.

## Практическая работа №4

### Расчет показателей долговечности

Цель занятия: освоить методы статистической обработки и расчета показателей долговечности машин.

#### ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ресурс - наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта определенного вида до перехода в предельное состояние.

Предельное состояние - состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Критерий предельного состояния - признак или совокупность признаков предельного состояния, установленные в нормативнотехнической и (или) конструкторской документации.

Срок службы - календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта определенного вида до перехода в предельное состояние.

Средний ресурс - математическое ожидание ресурса. Средний срок службы – математическое ожидание срока службы

Гамма-процентный ресурс - наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью  $u$ , выраженной в процентах.

Гамма-процентный срок службы - календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта, в течение которой он не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью  $u$ , выраженной в процентах.

Назначенный ресурс - суммарная наработка объекта, при достижении которой применение его по назначению должно быть прекращено. Назначенный срок службы - **календарная продолжительность** эксплуатации объекта, при достижении которой применение по назначению должно быть прекращено.

## ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Основным источником информации о долговечности машин, их агрегатов, узлов и деталей (объектов) являются данные проведения специальных исследований в условиях эксплуатации. При этом контролируется наработка до достижения отказов, предельного состояния, причины отказов по каждой наблюдаемой машине, фиксируется время возникновения отказа.

При выполнении задания исходную информацию получают у преподавателя (таблица 1 данной работы).

## ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Средний ресурс (срок службы) изделий

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}$$

где  $t_i$  - ресурс (срок службы)  $i$ -го изделия,  $N$  - объем выборки,  $\Sigma$  - математический символ суммы величин.

Наглядно средний ресурс (срок службы) показан на рис.1

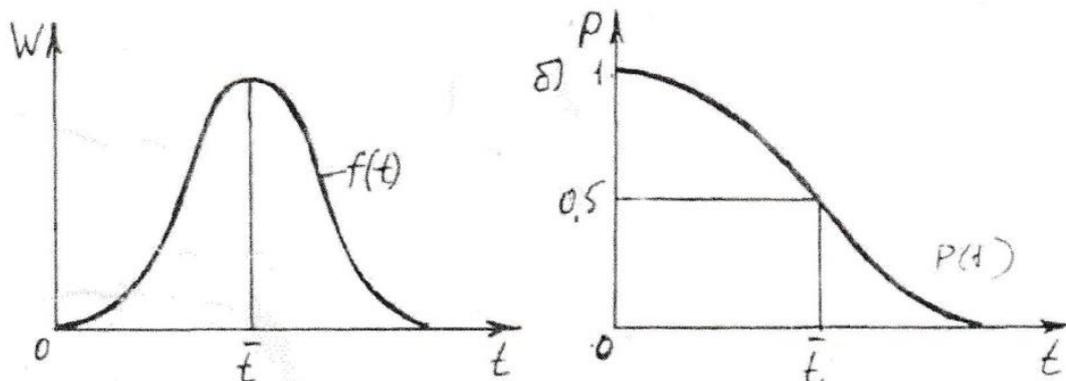


Рисунок 1 Средний срок службы (ресурс) изделий

а - распределение срока службы (ресурса); б - кривая убыли

$$\bar{t} = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt$$

где  $t$  - средний ресурс (срок службы);

$f(t)$  - плотность распределения ресурса (срока службы);

$P(t)$  ~ функция распределения вероятности безотказной работы (кривая убыли).

Гамма-процентный ресурс (срок службы) определяется по кривой убыли (вероятности безотказной работы)  $P(t)$  по формуле;

$$P_i = P(t_i) = \frac{N + 1 - N_{отк}}{N + 1}$$

при  $N < 25$

$$(1 < N_0 T_K < N)$$

$$N > 25 \quad P_i = P(t_i) = (N - N_0 T_K) / N$$

$N$  — количество отказавших объектов за время  $t$ ;

$K$  - объем выборки.

Если среди значений кривой убыли  $P(t_i)$  есть значение  $P_\gamma$  равное  $\gamma/100$ , то оценка гамма-процентного ресурса будет равна  $t_\gamma$ . В противном случае  $t_\gamma$  находят по кривой убыли или методом линейной интерполяции по формуле

$$t_\gamma = t_{i-1} + (t_i - t_{i-1}) \frac{P_{i-1} - P_\gamma}{P_{i-1} - P_i}$$

(с м. рис. 2 - 3)

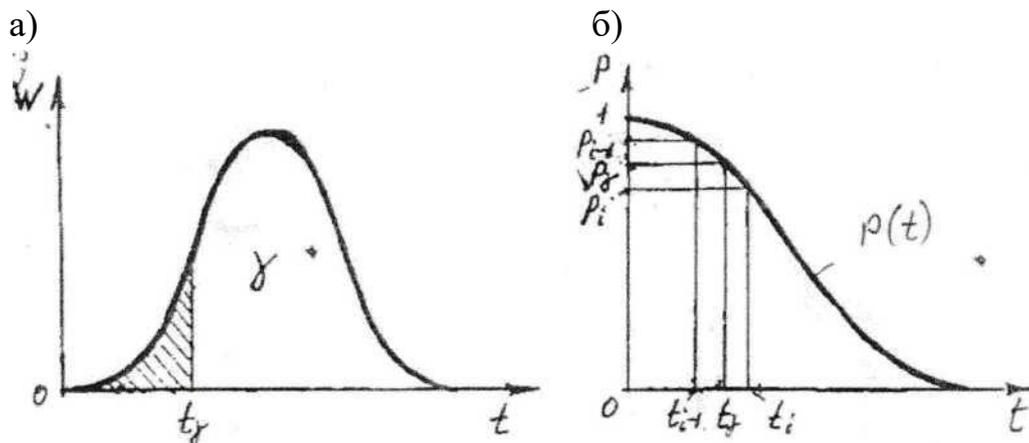


Рисунок 2 - Гамма-процентный ресурс  $t_\gamma$  при работе объектов:  
а - распределение ресурсов (сроков службы) б - кривая убыли  $P(t)$

$$\text{Здесь } P_\gamma = \gamma / 100 \quad (5)$$

Это значение  $P_\gamma$  для определения  $t_\gamma$  используется при построенном графике кривой убыли.

При назначенном ресурсе  $t_{назн}$  только часть объектов полностью вырабатывает свой технический ресурс  $t$ . Процент этих изделий

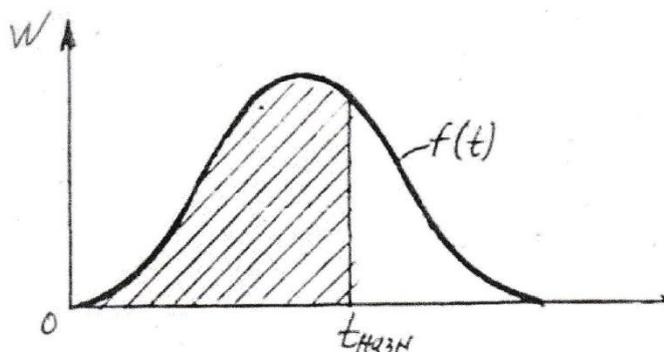


Рисунок 3. Назначенный ресурс (срок службы)

Разброс случайной величины относительно центра распределения характеризуется числовыми характеристиками: размах, дисперсия (рассеивание), среднее квадратическое отклонение (стандарт) и коэффициент вариации.

Размах  $R$  распределения (диапазон рассеивания) в эмпирической совокупности - разность между максимальным и минимальным из значений случайной величины  $t$ , полученной в результате испытаний. Размах определяется по формуле

$$P_{\text{назн}} = \frac{\int_0^{t_{\text{назн}}} f(t) \cdot dt}{\int_0^{\infty} f(t) \cdot dt} \cdot 100\% = \frac{N_{\text{отк}}}{N} \cdot 100\%$$

Где  $N_{\text{отк}}$  - количество отказавших объектов при  $t_{\text{назн}}$

Им пользуются в эмпирических распределениях как мерой рассеивания при малом числе испытаний ( $N < 10$ ).

Эмпирическая дисперсия  $S^2$  - величина рассеивания зафиксированных значений вокруг их среднего значения. При малом числе наблюдений, т. е. при  $N < 25$

$$\text{При } N > 25 - S = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2}$$

Эмпирическое среднее квадратичное отклонение будет равно корню квадратному из дисперсии  $S^2$ .

При малом числе наблюдений, т.е. при  $N < 25$

При  $N > 25$

$$S^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2$$

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2$$

Размерность  $S$  совпадает с размерностью самой случайной величины  $t$ . Для теоретического распределения  $f(t)$  среднее квадратичное отклонение обозначается  $A$ , для экспериментального -  $S$ .

Коэффициент вариации

$$\vartheta = \frac{S}{\bar{t} - t_{cm}}$$

где  $t_{cm}$  - величина смещения выборки относительно нулевого значения (см. рис. 4).

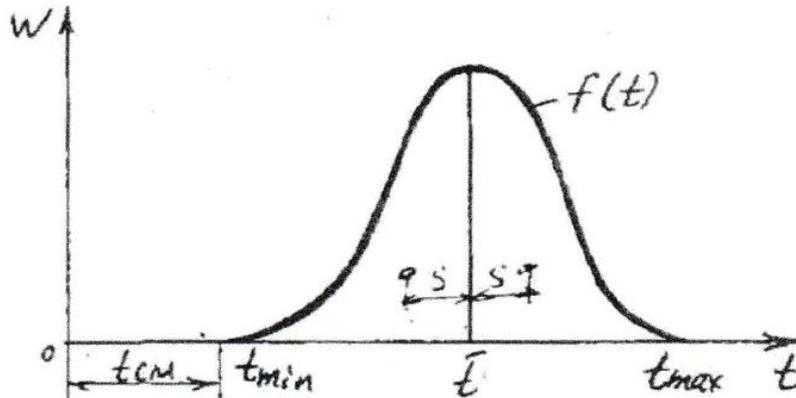


Рисунок 4. Распределение переменной величиной

Пример. При испытании 13 двигателей их ресурс был исчерпан при работе:  $t_1=3000$ ,  $t_2=3500$ ,  $t_3=3700$ ,  $t_4=4000$ ,  $t_5=4200$ ,  $t_6=4300$ ,  $t_7=4500$ ,  $t_8=4800$ ,  $t_9=4900$ ,  $t_{10}=5100$ ,  $t_{11}=5400$ ,  $t_{12}=SSOO$ ,  $t_{13}=6000$  мото-часов.

Определить количественные оценки характеристик долговечности изделий.

Находим значение кривой убыли по математическим зависимостям (3):

$$P_1(3000) = \frac{13 + 1 - 1}{13 + 1} = 0,9286$$

$$P_2(3500) = \frac{13 + 1 - 2}{13 + 1} = 0,8571$$

$$P_3(3700) = \frac{13 + 1 - 3}{13 + 1} = 0,7857$$

и. т.д.

По этим данным видим, что  $P_2 > 0,8 > P_3$  По зависимости (4) находим

$$t_{p=0,8} = 3500 + (3700 - 3500) \cdot \frac{0,8571 - 0,8}{0,8571 - 0,7857} = 3660 \text{ мото-часов}$$

Пользуясь соответствующими математическими зависимостями определяем:

$$\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i = \frac{1}{13} (3000 + 3500 + 3700 + 4000 + 4200 + 4300 + 4500 + 4800 + 4900 + 5100 + 5400 + 5500 + 6000) = 4530 \text{ м.ч.}$$

Таким образом, средний ресурс составляет 4530 мото-часов.

Таблица 1 - Данные по ресурсам сельскохозяйственных машин (агрегатов)

№ варианта	Наименование машин (агрегатов)	Кол-во объектов	Ед. изм.	Ресурсы
1	2	3	4	5
1	Трактор К-701	35	мото-час	3050,3780,4100,4200,4400,4500,4700,4900,5000,5100,5200,5300,5400,5500,5550,5600,5700,5750,5800,5900,6030,6050,6100,6200,6400,6500,6800,7100,7300,7500,7600,7800,8000,8400,8900.
2	Трактор Т-150К	35	мото-час	2000,2500,2900,3100,3200,3600,3800,4100,4200,4300,4400,4500,4600,4700,4900,5000,5100,5300,5500,5600,5700,5800,5850,5900,5950,6200,6400,6600,6700,6800,6900,6950,7000,7500,7800.
3	Трактор ДТ-75	35	мото-час	3200,3500,4100,4200,4300,4400,4500,4600,4800,4900,5000,5200,5400,5500,5700,5900,5950,6050,6100,6200,6300,6400,6500,6600,6700,6800,6850,6900,7100,7200,7400,7600,7700,7900,8600.
4	Трактор МТЗ-82	35	мото-час	3000,3500,3800,4000,4100,4300,4500,4600,4800,4900,5000,5100,5200,5300,5400,5500,5600,5700,5900,6000,6100,6300,6500,6600,6700,6800,6900,6950,7100,7300,7400,7600,7800,7900,8850.
5	Автомобиль ГАЗ-53А	35	Тыс.км	125,135,140,150,153,158,160,162,165,169,170,173,175,180,183,185,188,189,190,192,194,195,197,199,201,205,210,215,218,220,224,226,230,245,270.
6	Автомобиль ЗИЛ-130	35	Тыс.км	242,255,260,265,268,270,273,275,279,281,282,285,286,288,290,291,293,295,298,300,305,306,307,310,313,315,318,325,328,330,334,337,345,350,358.
7	Автомобиль КАМАЗ-5320	35	Тыс.км	20,220,230,235,240,245,251,253,255,260,265,270,274,278,280,282,285,286,290,291,293,295,297,298,300,305,308,310,315,318,320,323,325,335,350.
8	Автомобиль МАЗ-503	35	Тыс.км	90,110,120,125,130,135,138,140,143,150,155,156,158,160,165,167,170,175,179,182,185,190,195,200,201,203,205,210,215,220,230,235,240,255,270.

1	2	3	4	5
9	Задний мост а/м ЗИЛ-130	35	Тыс.км	155,180,210,220,225,230,235,240,245, 250,255,260,265,270,275,280,285,290, 296,304,310,315,320,325,330,335,340, 345,350,355,360,370,380,410,440.
10	КПП авто- мобиля ГАЗ- 53 А	35	Тыс.км	122,135,141,145,150,152,155,158,160, 162,165,168,170,171,173,176,177,179, 180,184,185,186,188,190,195,196,197, 199,205,210,215,218,225,230,235.
11	Генератор а/м КамАЗ- 5320	35	Тыс.км	142,161,163,165,170,172,174,177,181, 183,185,186,187,188,190,193,196,198, 201,204,207,210,212,213,215,218,223, 225,229,230,235,238,243,250,258.
12	Молотилка комбайна СК-5 «Нива»	35	га	102,115,121,125,128,130,134,137,139, 140,142,145,146,149,150,151,153,156, 158,160,162,164,165,167,170,171,175, 176,180,183,185,188,190,197,200.
13	Двигатель комбайна СК-5 «Нива»	35	га	116,120,125,130,132,135,138,140,141, 142,143,144,145,146,147,148,149,150, 152,153,154,155,156,158,160,162,162, 168,169,170,174,177,185,188,203.
14	Стартер а/м ЗИЛ-130	35	Тыс.км	121,125,130,136,141,146,150,153,158, 161,163,166,168,170,172,176,178,179, 182,184,185,186,188,190,193,194,198, 201,205,208,210,215,217,225,238.
15	Картофеле- уборочный комбайн	35	га	4,5;6,6;3.6,5;7,0;7,8;8,0;8,2;8,5;8,7;9,0; 9,2;9,3;9,5;9,7;9,9;10,0;10,1;10,3;10,5; 10,7;11,0;11,2;11,4;11,7;11,9;12,0;12,5; 12,8; 13,2;13,7;15,2;16,0;16,1.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

### Расчет показателей ремонтпригодности и сохраняемости машин

#### 1. Общие понятия и определения.

Ремонтпригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Основные показатели ремонтпригодности: вероятность восстановления; гамма – процентное время восстановления; среднее время восстановления; интенсивность восстановления; средняя трудоемкость восстановления. Кроме перечисленных показателей, с учетом конструктивных особенностей объекта и условий его эксплуатации, используются и другие показатели. Выбор номенклатуры показателей ремонтпригодности для различных объектов (изделий) регламентируется ГОСТ.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течении и после хранения и (или) транспортирования. Показатели сохраняемости: средний срок сохраняемости; гамма – процентный срок сохраняемости.

#### 2. Цель занятия.

Освоить методику определения показателей ремонтпригодности и сохраняемости. Оценить полученные показатели путем сравнения с показателями одноименных отечественных машин или зарубежных аналогов.

#### 3. Определение показателей ремонтпригодности.

3.1. Вероятность восстановления – вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния не превысит заданного значения. Если обозначить через  $t_{вз}$  заданное время, в течение которого необходимо определить вероятность восстановления работоспособного состояния объекта, а через  $t_{в}$  случайное время восстановления, то согласно определению вероятности восстановления справедлива следующая зависимость:

$$P(t_{вз}) = P(t_{в} < t_{вз}) \quad (1)$$

При известном теоретическом законе распределения времени восстановления работоспособности объекта вероятность восстановления определяется по формуле:

$$P(t_{в}) = \int_0^{t_{в}} f(t_{в}) \cdot dt_{в} \quad (2)$$

где  $f(t_{в})$  – плотность распределения времени восстановления объекта.

На рис. 1 показаны кривые плотности распределения времени восстановления и функция распределения. При этом вероятность восстановления за время  $t_B$  численно равны значению функции распределения в момент  $t_B$ .

Время восстановления работоспособного состояния объекта величина случайная. Методика построения функции распределения случайных величин изложена в методической разработке кафедры /8/. По данной методике можно построить кривые  $F(t_B) = P(t_B)$  и определить вероятность восстановления работоспособного состояния исследуемого объекта. Информация для построения кривых  $F(t_B) = P(t_B)$  представлена в приложении 1 (задача 1, вариант 2).

3.2. Среднее время восстановления – математическое ожидание времен восстановления работоспособного состояния объекта после отказа:

$$t_B = \int_0^{\infty} t_B \cdot f(t_B) dt_B$$

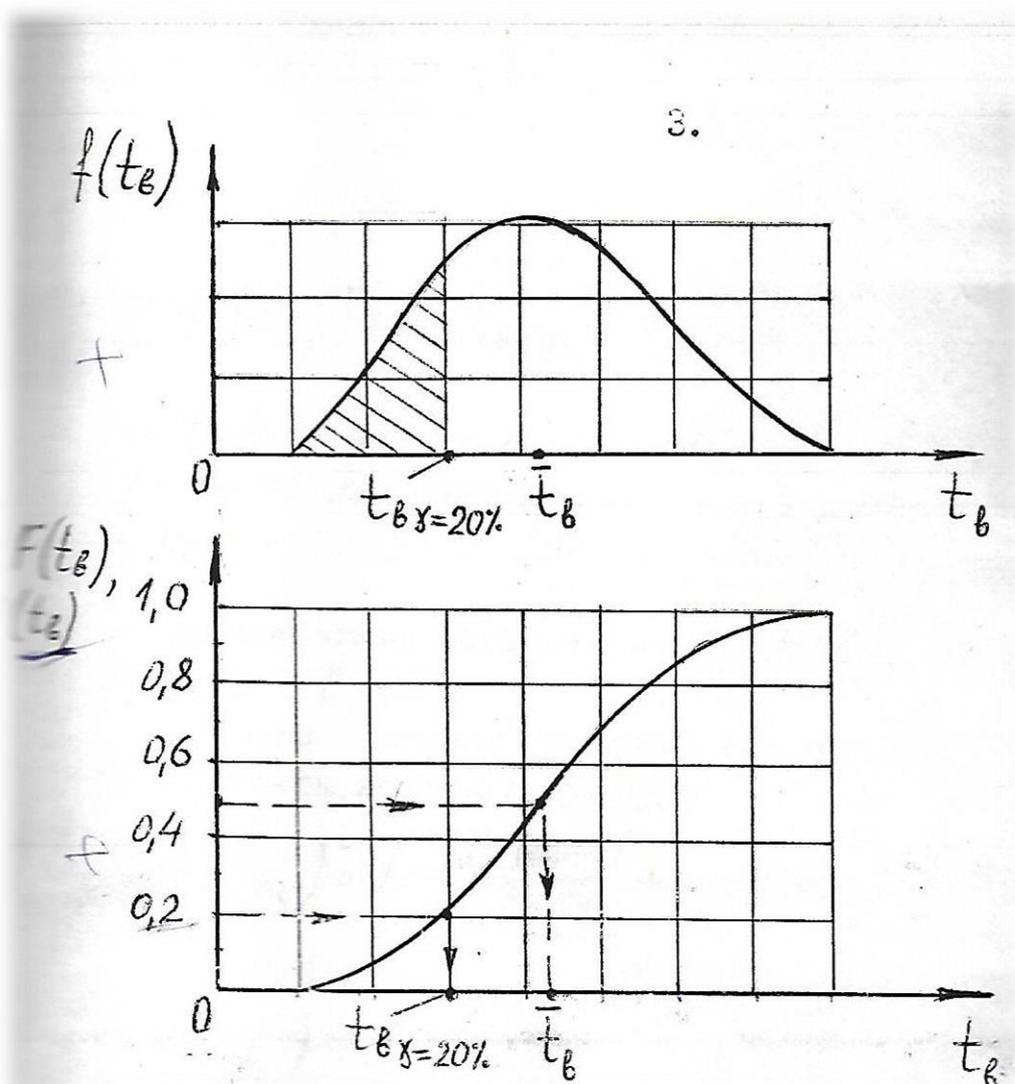


Рис.1. Кривые плотности распределения времени восстановления объекта  $f(t_B)$  и вероятности восстановления  $P(t_B)$ .

При наличии статистических данных, среднее время восстановления определяется по формуле:

$$\hat{t}_b = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{b_i} \quad (4)$$

Где  $m$  – число устраненных отказов;

$t_{b_i}$  - время, затраченное на восстановление работоспособности объекта при  $i$ -м отказе.

3.3. Гамма – процентное время восстановления – время, в течении которого восстановление работоспособности объекта будет осуществлено с вероятностью  $\gamma$ , выраженное в процентах.

Гамма – процентное время восстановления  $t_{b_\gamma}$ , при наличии функции распределения  $F(t_b)$  определяется из уравнения:

$$P(t_{b_\gamma}) = F(t_{b_\gamma}) = \frac{\gamma}{100} \quad (5)$$

Где  $P(t_{b_\gamma})$  – гамма – процентная вероятность восстановления работоспособного состояния объекта.

На рис.1. показано гамма – процентное время восстановления работоспособного состояния объекта для  $\gamma=20\%$

Гамма – процентное время восстановления можно найти и другим способом, используя формулы:

$$P(t_{b_i}) = 1 - \frac{m+1-i}{m+1}, \text{ для } m < 25; \quad (6)$$

$$P(t_{b_i}) = 1 - \frac{m-i}{m}, \text{ для } m \geq 25; \quad (7)$$

Где  $P(t_{b_i})$  - вероятность восстановления работоспособности объекта за время  $t_{b_i}$ ;  $i$  – порядковый номер отказа;  $m$  – число отказов объекта(ов).

Далее методика нахождения  $t_{b_\gamma}$  аналогична методике нахождения гамма – процентного ресурса объектов. Результаты расчетов по формуле (6) или (7) заносятся в таблицу:

$t_{b_i}$					
$P(t_{b_i})$					

В графу  $t_{b_i}$  заносятся значения  $t_b$  в порядке возрастания абсолютной величины времени восстановления. Расчеты заканчивают, когда значение  $P(t_{b_i})$  бу-

дет равно или меньше заданного значения  $\gamma/100$ . Если  $P(t_{b_i}) < \frac{\gamma}{100}$ , то  $t_{b_\gamma}$  находится методом интерполяции по формуле:

$$t_{b_\gamma} = t_{b_{i-1}} + (t_{b_i} - t_{b_{i-1}}) \times \frac{P(t_{b_{i-1}}) - \frac{\gamma}{100}}{P(t_{b_{i-1}}) - P(t_{b_i})} \quad (8)$$

3.4. Интенсивность восстановления - условная плотность вероятности восстановления работоспособного состояния объекта, определенная для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено.

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{f(t_b)}{1-F(t_b)} \quad (9)$$

При наличии статистических данных  $\lambda(t_b)$  находится по формуле:

$$\hat{\lambda}(t_b) = \frac{m(t_b + \Delta t_b) - m(t_b)}{m_{н.в.} \times \Delta t_b} \quad (10)$$

Где  $m(t_b)$  - число отказов, устранение которых завершено за время  $t_b$ ;

$m_{н.в.}$  - число отказов, не устраненных за время  $t_b$ ;

$\Delta t_b$  - величина интервала времени восстановления.

Методика построения графика интенсивности восстановления во многом аналогична методике построения графика интенсивности отказов (6).

4.5. Средняя трудоемкость восстановления - математическое ожидание трудоемкости восстановления объекта после отказа. По статистическим данным средняя трудоемкость определяется по формуле:

$$\widehat{T}_b = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m T_{b_i} \quad (11)$$

Где  $m$  - число отказов;  $T_{b_i}$  - трудоемкость устранения  $i$ -го отказа, чел.-ч.

Наиболее полно показатели ремонтпригодности представлены в ГОСТ 21623 - 76. Они дают оценку приспособленности объекта не только к текущему ремонту, но и его приспособленность у техническому обслуживанию (ТО) и капитальному ремонту (КР). Заслуживает внимания приведенный в ГОСТ 21623 - 76 показатель "Средняя оперативная продолжительность ТО(ремонта)". Этот показатель используется для характеристики занятости объекта работами по ТО(ремонту) не одним исполнителем, а несколькими. В случае одного исполнителя оперативная продолжительность совпадает с оперативным временем и численно равна оперативной трудоемкости ТО(ремонта).

В ГОСТ 21623 - 76 даются и объединенные показатели оценки ремонтпригодности объекта:

- объединенная удельная оперативная продолжительность ТО и ремонтов;
- объединенная удельная оперативная трудоемкость ТО и ремонтов;
- объединенная удельная оперативная стоимость ТО и ремонтов.

Последний показатель представляет собой интерес для инженеров-механиков, занимающихся эксплуатацией и ремонтом техники.

4.6. Объединенная удельная оперативная стоимость ТО и ремонтов определяется по формуле:

$$\bar{g} = \bar{g}_{\text{то}} + \bar{g}_{\text{тр}} + \bar{g}_{\text{кр}}, \frac{\text{руб.}}{\text{ед.наработки}} \quad (12)$$

Или

$$\bar{g} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{g_{\text{то}i} + g_{\text{тр}i} + g_{\text{кр}i}}{T_{\text{др(мр)}i}} \quad (13)$$

Где N – число объектов;

$g_{\text{то}i}; g_{\text{тр}i}; g_{\text{кр}i}$  - затраты в рублях на проведение ТО;ТР;КР i-го объекта за доремонтный или межремонтный период эксплуатации;

$T_{\text{др(мр)}i}$  – наработка объекта за доремонтный или межремонтный период эксплуатации;

В приложении 1 даны условия двух задач для определения показателей ремонтотпригодности.

## 5. Определение показателей сохраняемости.

5.1. Средний срок сохраняемости - математическое ожидание срока сохраняемости.

$$\bar{t}_{\text{сх}} = \int_0^{\infty} t_{\text{сх}} \cdot f(t_{\text{сх}}) dt_{\text{сх}} \quad (14)$$

При наличии статистических данных определяется по формуле:

$$\widehat{\bar{t}}_{\text{сх}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{\text{сх}i} \quad (15)$$

Где  $t_{\text{сх}i}$  - срок сохраняемости i-го объекта. Он измеряется в часах, месяцах, годах.

5.2. Гамма-процентный срок сохраняемости - срок сохраняемости, достигаемой объектом с заданной вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах. Гамма-процентный срок сохраняемости для невосстанавливаемых изделий определяется так же, как и гамма-процентная наработка до отказа (6). На рис.2 показан средний срок сохраняемости  $\bar{t}_{\text{сх}}$  и гамма-процентный срок сохраняемости для  $\gamma=80\%$ .

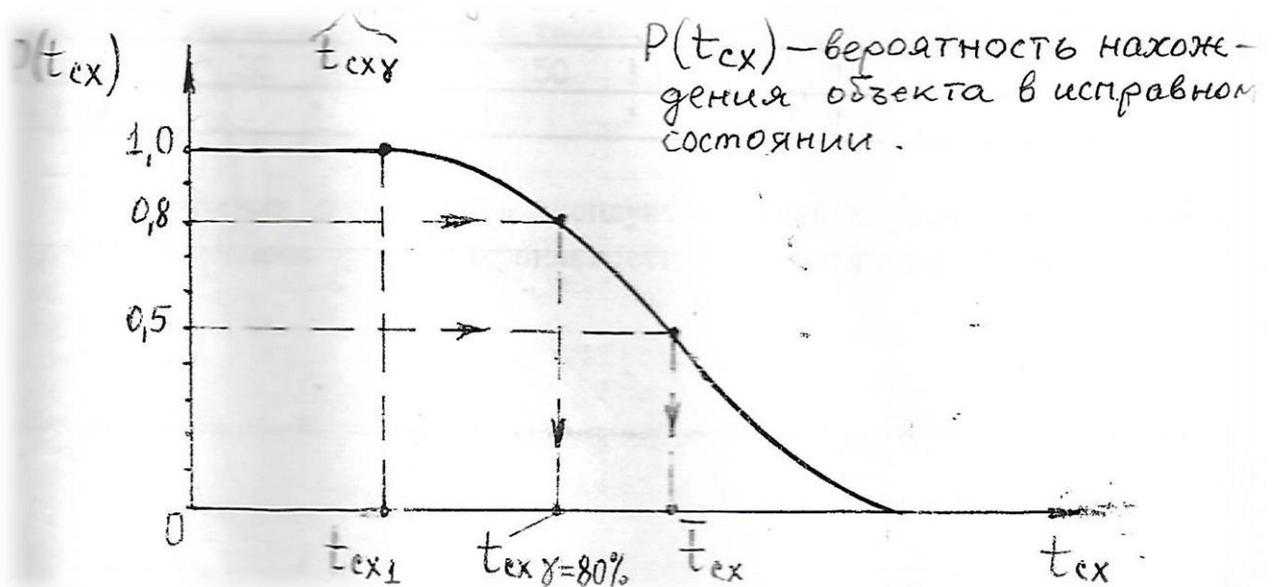


Рис.2 Кривая убыли сохраняемости объектов. В приложении 2 дано условие задачи для определения сохраняемости.

## 6. Порядок выполнения работы.

6.1. Ознакомиться с показателями ремонтпригодности и сохраняемости.

6.2. По данным приложения 1, определить среднее время восстановления работоспособного трактора по формуле (4) объединенную удельную оперативную стоимость ТО и ремонтов по формуле (13). В заключении дать рекомендации, направленные на улучшение показателей ремонтпригодности применительно к условиям эксплуатации тракторов в Рязанской области.

6.3. По данным приложения 2 определить средний срок сохраняемости аккумуляторных батарей по формуле (15) и гамма-процентный срок сохраняемости для  $\gamma=80\%$ , используя формулу:

$$P(t_{cx_i}) = \frac{N+1-i}{N+1} \quad (16)$$

Где  $i$  – порядковый номер аккумулятора, требующего подзарядки.

Результаты расчетов занести в таблицу:

$t_{cx_i}$	30	40	50			
$P(t_{cx_i})$						

В заключении пересчитать эксплуатационные мероприятия, способствующие повышению срока сохраняемости аккумуляторных батарей.

## Информация для определения показателей ремонтпригодности.

### Задача 1.

Вариант 1. Трактор МТЗ – 82 в течение одного года эксплуатации имел 9 отказов. Оперативное время в часах на отыскание и устранение каждого отказа составляет:

12; 13; 15; 16; 17; 18; 20; 21; 26 часов.

1. Определить среднее время восстановления работоспособного состояния трактора.
2. Определить гамма-процентное время восстановления работоспособного состояния трактора для  $\gamma=20\%$ , используя формулу (6).

Вариант 2. За время эксплуатации подконтрольной партии тракторов МТЗ - 82 выявлено 40 отказов. Оперативное время в часах на отыскание и устранение каждого отказа составляет:

6; 9; 11; 12; 13; 14; 15; 15; 16; 16; 17; 17; 18; 18; 19; 20; 20; 21; 21; 22; 22; 22; 23; 23; 24; 24; 25; 25; 26; 26; 27; 27; 28; 28; 29; 30; 32; 34; 39 часов.

1. Построить кривую  $P(t_b)=F(t_b)$  по методике (8). Графически определить  $\bar{t}_b$  и  $t_{b\gamma}$  для  $\gamma=20\%$ .
2. Определить среднее время восстановления работоспособного состояния тракторов  $t_b$  по формуле (4) и  $t_{b\gamma}$  для  $\gamma=20\%$  по формуле (8).

### Задача 2.

В хозяйстве под наблюдением работали 5 новых тракторов МТЗ – 82. Общие затраты на проведение ТО и ремонтов за время эксплуатации представлены в таблице. Определить объединенную удельную оперативную стоимость ТО и ремонтов.

Показатели	Хозяйственные номера тракторов				
	1	2	3	4	5
Доремонтный ресурс, мото-ч.	6000	6800	5900	5750	6700
Затраты на проведение ТО, руб. (цены 1990г)	900	850	870	940	920
Затраты на проведение ТР, руб.	910	950	900	1050	960
Затраты на проведение КР, руб.	1200	1200	1200	1200	1200

## Информация для определения сохраняемости.

### Задача.

На предприятии сняты с мобильной техники, и поставлены на хранение 20 аккумуляторных батарей 6СТ-132ЭМС. Степень разреженности батарей во время хранения контролировалась АО снижению плотности один раз в 10 дней. Предельно допустимое значение плотности электролита при хранении аккумуляторов должно быть не менее 1,23(7).

В результате наблюдения зафиксированы следующие сроки сохраняемости аккумуляторов до первой подзарядки (в днях):

30; 40; 50; 50; 50; 60; 60; 60; 60; 60; 60; 70; 70; 70; 70; 80; 80; 80; 90; 90;

$N=20$  штук.

Определить средний срок сохраняемости аккумуляторных батарей до первой подзарядки и гамма-процентный срок сохраняемости для  $\gamma=80\%$ .

## Практическая работа № 6.

### Расчет комплексных показателей надежности машин

#### Цель занятия:

- Закрепить теоретические знания основных положений и понятий теории надежности.
- Научиться рассчитывать единичные и комплексные показатели надежности с/ч техники по результатам наблюдений за их работой в процессе эксплуатации.
- Приобрести навыки использования рассчитываемых показателей в целях повышения эффективности использования машиностроительного парка.

#### Порядок выполнения работы.

- Изучить определения понятий: комплексные показатели надежности;
- Решить задачи: (см. приложение А) в соответствии с исходными данными варианта по нижеприводимым формулам:

1. Нарботка на отказ определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{\sum_{i=1}^N t_{ci}}{\sum_{i=1}^N m_{ci}}, \quad (1)$$

где  $t_{ci}$  – суммарная наработка  $i$  – го трактора за период наблюдения за его работой в процессе эксплуатации;

$m_{ci}$  – суммарное число отказов  $i$  – го тракторов за период эксплуатации.

2. Средний ресурс тракторов определяется по формуле:

$$T_{p.c.p.} = \frac{\sum_{i=1}^N t_{pi}}{N}; \quad t_{pi} = t_{ci} \quad (2)$$

где  $t_{pi}$  - ресурс  $i$  – го трактора;

$N$  – число тракторов, находившихся под наблюдением в процессе эксплуатации

3. Коэффициент технического использования определяется по формуле:

$$K_{ТИ} = \frac{\sum_{i=1}^N t_{ci}}{\sum_{i=1}^N t_{ci} + \sum_{i=1}^N t_{рем} + \sum_{i=1}^N T_{ТО}} \quad (3)$$

где  $\sum t_{ci}$  - суммарная наработка тракторов за период наблюдения за их работой в процессе эксплуатации;

$\sum t_{рем}, \sum t_{ТО}$  – суммарный простой тракторов соответственно на ремонте и техническом обслуживании за период наблюдения за их работой.

4. Коэффициент готовности определяется по формуле:

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_B} \quad (4)$$

где  $T_0$  – наработка на отказ;  $T_B$  - среднее время восстановления, ч.

$$T_B = \frac{\sum t_{\text{рем}}}{\sum m_{ci}} \quad (5)$$

5. Средние суммарные трудоемкости технического обслуживания и ремонта определяются по формулам:

$$T_{\text{ср.сумм ТО,(рем)}} = \frac{\sum_{i=1}^N T_{\text{сТО,(рем)}}i}{N} \quad (6,7)$$

где  $T_{\text{сТО,(рем)}}i$  - суммарная трудоемкость ТО и ремонта  $i$  – го трактора в человеко-часах за период наблюдения.

6. Средние суммарные стоимости технического обслуживания и ремонта определяются по формулам:

$$C_{\text{ср.сумм ТО,(рем)}} = \frac{\sum_{i=1}^N C_{\text{с ТО,(рем)}}i}{N} \quad (8,9)$$

где  $C_{\text{с ТО,(рем)}}i$  - суммарная стоимость ТО и ремонта  $i$  – го трактора за период наблюдения.

7. Удельные суммарные трудоемкости технического обслуживания и ремонта, определяются по формулам:

$$T_{\text{уд.сумм ТО,(рем)}} = \frac{T_{\text{ср.сумм ТО,(рем)}}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_i} \quad (10,11)$$

где  $B_i$  - наработка  $i$  – го трактора за период наблюдения в условных эталонных гектарах.

8. Удельные суммарные стоимости технического обслуживания и ремонта определяются по формулам:

$$C_{\text{ср.сумм ТО,(рем)}} = \frac{C_{\text{ср.сумм ТО,(рем)}}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_i} \quad (12,13)$$

Примечание: для определения  $B_i$  в условных эталонных гектарах, необходимо суммарную наработку  $i$  – го трактора МТЗ – 80 в моточасах, перемножить на коэффициент перевода 0,87.

### Задача №6.1

В хозяйстве под наблюдением в процессе эксплуатации находилось 10 капитально отремонтированных и прошедших приработку тракторов МТЗ – 80. Наблюдения велись до наступления предельного состояния у каждого трактора. За это время они наработали, имели число отказов, простояли из – за устранения отказов на ремонте и на техническом обслуживании согласно Вашему варианту исходных данных.

Определить: 1) наработку отказов; 2) средний ресурс; 3) коэффициент технического использования; 4) коэффициент готовности. После чего сделать вывод о прикладном значении данных показателей в повышении эффективности машиноиспользования.

### Задача №6.2

Для указанных в задаче №1 десяти тракторов МТЗ – 80 суммарные трудоемкости и стоимости технического обслуживания и ремонтов за период наблюдения составили согласно Вашему варианту исходных данных.

Определить: 1) средние суммарные трудоемкости и стоимости технического обслуживания и ремонтов ( $T_{\text{ср.сумм.ТО}}$ ,  $T_{\text{ср.сумм.рем}}$ ,  $C_{\text{ср.сумм.ТО}}$ ,  $C_{\text{ср.сумм.рем}}$  ).  
2) Удельные суммарные стоимости и трудоемкости технического обслуживания и ремонтов ( $T_{\text{уд.сумм.ТО}}$ ,  $T_{\text{уд.сумм.рем}}$ ,  $C_{\text{уд.сумм.ТО}}$ ,  $C_{\text{уд.сумм.рем}}$  ). После чего сделать выводы о прикладном значении для повышения эффективности использования машинотракторного парка решенных Вами задач.

Наименование данных о работе тракторов за период наблюдения	Хозяйственные номера тракторов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{ci}$ - суммарная наработка $i$ – го трактора в часах	2529	2506	2414	2280	2172	2350	2471	2275	2425	2490
$m_{ci}$ - суммарное число отказов $i$ – го трактора	6	7	8	9	8	7	6	7	8	9
$t_{Bi}$ – среднее время восстановления в часах	90	95	98	105	100	103	96	105	110	100
$t_{remi}$ – время простоя $i$ – го трактора на ремонте	200	190	195	205	204	210	195	190	185	204
$t_{TOi}$ – время простоя $i$ – го на техническом обслуживании в часах	166	173	180	175	185	179	183	170	179	185
$T_{сремi}$ - суммарная трудоемкость ремонта $i$ – го трактора в ч – час	265	267	270	272	275	260	280	276	280	285
$T_{сТОi}$ - суммарная трудоемкость технического обслуживания $i$ – го трактора в ч – час	185	190	180	175	184	200	195	187	205	193
$C_{сТОi}$ - суммарная стоимость технического обслуживания $i$ – го трактора в руб.	150	152	147	145	155	149	160	165	172	168
$C_{сремi}$ - суммарная стоимость ремонта $i$ – го трактора в руб.	205	200	209	215	197	195	203	210	205	195
$B_i$ – наработка $i$ – го трактора в условных эталонных га	2200	2180	2100	1985	1890	2050	2150	1980	2110	2165

**Практическая работа № 7**  
**Расчёт надёжности объекта по показателям надёжности**  
**составляющих его элементов**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:**

1. Закрепить теоретические знания по расчету показателей надёжности.
2. Научиться рассчитывать надёжность объекта по показателям надёжности составляющих его элементов.
3. Приобрести навыки использования рассчитываемых показателей в целях повышения эффективности использования машинно-тракторного парка.

**ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ**

- I. Изучить: 1. Определение понятия "Резервирование" и его виды.  
2. Формулы сложения и умножения вероятностей.

II. Решить задачи:

**ЗАДАЧА № 1**

Считая, что технологическая схема комбайна состоит из четырех последовательно соединенных агрегатов: жатки с наклонной камерой, молотилки, копнителя и двигателя, надёжность которых для наработки  $t$  дана согласно Вашему варианту исходных данных. Рассчитать надёжность комбайна для наработки  $t$ . После чего сделать вывод о прикладном значении данной задачи.

**ЗАДАЧА № 2**

Система автоматического регулирования уровня воды в водонапорном баке состоит из трех одноименных параллельно работающих приборов, вероятность отказа которых для наработки согласно Вашему варианту исходных данных. Рассчитать надёжность САР для наработки  $t$ . Сделать вывод о прикладном значении данной задачи.

**ЗАДАЧА №3**

Система автоматического регулирования режима в теплице состоит из  $n$  последовательно соединенных элементов и имеет общее резервирование, состоящее из одной резервной линии, т. е.  $m=2$ . Количество элементов  $n$ , а также надёжность основных и резервных элементов САР для наработки согласно вашему варианту исходных данных. Рассчитать надёжность САР для наработки  $t$ , после чего сделать вывод о прикладном значении данной задачи.

**ЗАДАЧА № 4**

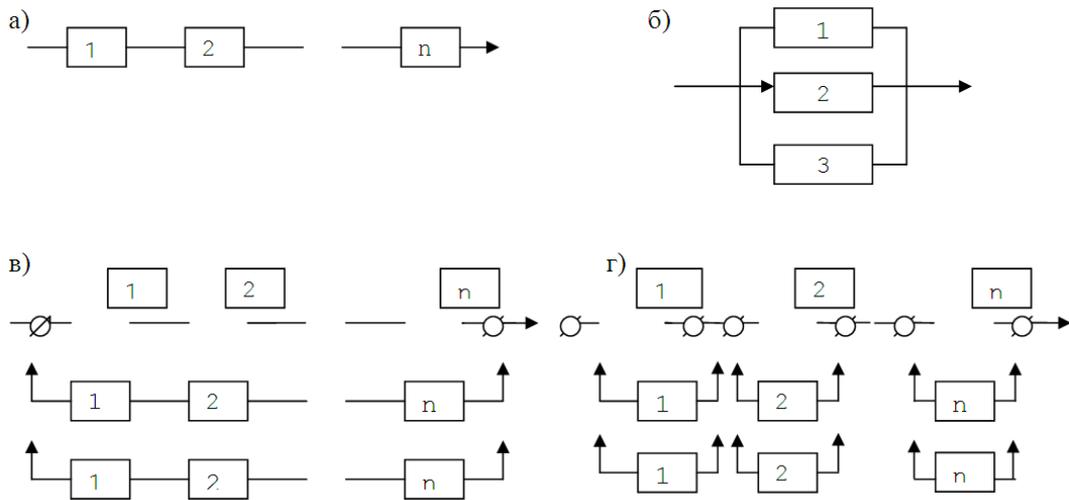
Система автоматического регулирования в птичнике состоит из  $n$  последовательно соединенных элементов, каждый из которых имеет отдельное резервирование, состоящее из одного резервного элемента, т.е.  $m=2$ . Количество элементов  $n$ , а также надёжность основных и резервных элементов САР для наработки  $t$  согласно Вашему варианту исходных данных.

Рассчитать надежность САР для наработки  $t$ . После чего сделать вывод о прикладном значении данной задачи.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Расчет надежности объектов в задачах указанных в разделе II «Задания» студент должен производить согласно исходным данным варианта и нижеприведенным рекомендациям.

2. Для расчета надёжности объекта по надёжности составляющих его элементов, студент должен начертить структурную схему соединения элементов объекта, которые могут быть:



а) последовательное соединение элементов; б) параллельное соединение элементов;

в,г) смешанные схемы резервирования

Рисунок 1 – Схемы соединения элементов при резервировании

3. Расчет надежности объектов, элементы которых соединены по схеме «а» (последовательно) производится по формуле:

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t) \quad (1)$$

где  $P(t)$  - вероятность безотказной работы объекта за наработку;

$P_1(t), P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t)$  - вероятности безотказной работы за наработку соответственно 1, 2, ...,  $n$  - го элементов, составляющих объект.

4. Расчет надежности объектов, соединенных по схеме «б» (параллельно, когда элементы объекта работают в одном режиме) производится по формуле:

$$P(t) = 1 - Q(t) \quad (2)$$

где  $Q(t)$  – вероятность отказа всех элементов, которая по теореме умножения вероятности независимых событий равна произведению вероятностей этих событий, т.о.

$$Q(t) = q_1(t) \cdot q_2(t) \cdot \dots \cdot q_n(t). \quad (3)$$

5. Расчет надежности объектов, соединенных по схеме «в» (соединённых последовательно при общем резервировании) производится по формуле:

$$P(t) = 1 - \prod_{i=1}^m [1 - \prod_{i=1}^n P_i(t)] \quad (4)$$

6. Расчёт надёжности объектов, соединённых по схеме «г» (последовательно при раздельном резервировании) производится по формуле:

$$P(t) = \prod_{j=1}^m (1 - \prod_{i=1}^n [1 - P_i(t)]) \quad (5)$$

7. Выводы о прикладном значении задач должны давать ответ на вопрос: "Какие рычаги дает та или иная задача в руки выпускника, с помощью которых можно управлять эффективностью использования парка?"

8. Выполнение практического занятия студент оформляет в виде отчета по форме, в которой указывается цель и задачи работы, и описывается выполнение задания:

1. (Записывается определение изученных понятий и формул теорем сложения и умножения вероятностей).

2. (Приводится решение задач с записью условий согласно своему варианту, порядка решения и выводов по каждой решенной задаче и в соответствии с пунктом 7).

№ ва-ри-анта	Задача № 1				Задача № 2	Задача № 3				Задача № 4			
	$P_{дв}(t)$	$P_{ж.н.к.}(t)$	$P_{мол}(t)$	$P_{копу}(t)$	$q_1(t) = q'_1(t) = q''_1(t)$	$P_1(t) = P'_1(t)$	$P_2(t) = P'_2(t)$	$P_3(t) = P'_3(t)$	$P_4(t) = P'_4(t)$	$P_1(t) = P'_1(t)$	$P_2(t) = P'_2(t)$	$P_3(t) = P'_3(t)$	$P_4(t) = P'_4(t)$
1	0,93	0,84	0,80	0,75	0,11	0,90	0,85	0,89	0,91	0,93	0,87	0,90	0,91
2	0,92	0,85	0,81	0,76	0,12	0,91	0,86	0,88	0,90	0,94	0,88	0,91	0,87
3	0,94	0,83	0,82	0,77	0,13	0,92	0,87	0,90	0,89	0,90	0,89	0,92	0,88
4	0,91	0,86	0,83	0,78	0,14	0,93	0,88	0,91	0,86	0,95	0,90	0,87	0,93
5	0,90	0,87	0,84	0,79	0,15	0,94	0,89	0,93	0,87	0,92	0,86	0,88	0,90
6	0,93	0,80	0,85	0,80	0,16	0,95	0,90	0,97	0,93	0,96	0,85	0,89	0,91
7	0,92	0,84	0,86	0,81	0,17	0,96	0,91	0,96	0,88	0,97	0,86	0,90	0,93
8	0,94	0,85	0,87	0,82	0,18	0,97	0,92	0,85	0,86	0,95	0,87	0,91	0,89
9	0,91	0,86	0,88	0,83	0,19	0,93	0,93	0,93	0,85	0,94	0,88	0,87	0,92
10	0,92	0,89	0,89	0,84	0,20	0,94	0,94	0,94	0,84	0,90	0,91	0,85	0,87
11	0,93	0,88	0,90	0,85	0,10	0,90	0,95	0,95	0,86	0,91	0,84	0,87	0,93
12	0,92	0,89	0,91	0,86	0,11	0,96	0,96	0,90	0,90	0,92	0,85	0,86	0,90
13	0,90	0,91	0,88	0,87	0,12	0,95	0,97	0,97	0,85	0,93	0,86	0,86	0,91
14	0,89	0,92	0,87	0,88	0,13	0,91	0,90	0,91	0,87	0,94	0,87	0,85	0,89
15	0,87	0,90	0,86	0,89	0,14	0,92	0,92	0,88	0,91	0,95	0,88	0,86	0,90
16	0,92	0,85	0,85	0,90	0,15	0,89	0,93	0,87	0,92	0,92	0,89	0,87	0,88
17	0,90	0,88	0,84	0,91	0,16	0,90	0,94	0,86	0,90	0,90	0,93	0,88	0,89
18	0,93	0,86	0,83	0,92	0,17	0,91	0,95	0,85	0,87	0,94	0,91	0,89	0,85
19	0,87	0,91	0,82	0,93	0,18	0,92	0,96	0,84	0,88	0,86	0,89	0,90	0,92
20	0,88	0,90	0,81	0,94	0,19	0,93	0,97	0,87	0,89	0,87	0,92	0,89	0,91
21	0,89	0,87	0,80	0,95	0,20	0,94	0,89	0,88	0,90	0,88	0,87	0,93	0,89
22	0,91	0,88	0,82	0,86	0,10	0,95	0,90	0,89	0,91	0,89	0,85	0,86	0,97
23	0,87	0,89	0,83	0,87	0,11	0,89	0,92	0,90	0,87	0,90	0,86	0,91	0,94
24	0,92	0,86	0,84	0,90	0,12	0,90	0,93	0,91	0,88	0,91	0,89	0,90	0,93
25	0,85	0,82	0,85	0,91	0,13	0,91	0,88	0,88	0,94	0,97	0,84	0,87	0,92
26	0,86	0,83	0,87	0,91	0,14	0,92	0,90	0,93	0,90	0,92	0,90	0,88	0,86
27	0,87	0,84	0,86	0,89	0,15	0,93	0,91	0,94	0,87	0,93	0,97	0,89	0,95
28	0,88	0,84	0,96	0,92	0,16	0,94	0,93	0,95	0,85	0,94	0,88	0,90	0,94
29	0,89	0,89	0,86	0,93	0,17	0,95	0,92	0,94	0,84	0,95	0,89	0,91	0,93
30	0,90	0,87	0,91	0,88	0,18	0,96	0,94	0,87	0,91	0,96	0,90	0,86	0,92

## **Основная литература**

1. Тимошенко, С. П. Основы теории надежности : учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 445 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8193-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450484> (дата обращения: 26.10.2021).

## **Дополнительная литература**

1. Худяков, В. М. Практикум по основам теории надежности и диагностики : учебное пособие / В. М. Худяков, С. В. Ворохобин. — Владивосток : МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2011. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/20071> (дата обращения: 22.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Атапин, В. Г. Основы теории надежности : учебное пособие / В. Г. Атапин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 94 с. — ISBN 978-5-7782-3230-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91297.html> (дата обращения: 22.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **Периодические издания**

1. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева: науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – 2009 – Рязань, 2009 - 2018. – Ежекварт. – ISSN 2077-2084.

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

### **«Интернет»**

ЭБС «Лань». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа:  
<http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>

Гарант – Режим доступа :<http://www.garant.ru>

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

eLIBRARY – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

ЭБ ИЦ «Академия» - <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Троицкий мост» - [http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all\\_books](http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books)

ЭБС «ZNANIUM.COM» - <http://znanium.com>

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

**Кафедра бизнес-информатики и прикладной математики**

**А.Ф. Владимиров**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
по разделам 1-10 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки  
23.03.01 «Технология транспортных процессов»**

*Электронная библиотека РГАТУ  
Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web>*

**Рязань 2023**

УДК 519.2(075.8)  
ББК 22.17  
В 573

Автор: Владимиров А.Ф.

Рецензент:

доцент кафедры «Бизнес-информатики  
сои прикладной математики»,  
кандидат технических наук, доцент



Н.А. Костенко

Методические указания для практических занятий по разделам 1-10 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» [Электронный ресурс] – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. – 133 с.

Методические указания составлены с учётом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 №911, и в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины Б1.О.17 «Математика», рассмотрены и одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» ФГБОУ ВО РГАТУ протокол №8 от 22 марта 2023 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии по направлению подготовки  
23.03.01 «Технология транспортных процессов»



О.А. Тетерина

© ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023  
© А.Ф. Владимиров, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

	С.
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	5
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 «ОПРЕДЕЛИТЕЛИ, МАТРИЦЫ, СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ».....	5
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА.....	13
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2 «ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА».....	18
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА.....	22
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 3 «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ».....	32
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 3 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА.....	36
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 4 «ПРЕДЕЛ И НЕПРЕРЫВНОСТЬ ФУНКЦИИ».....	45
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 4 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА.....	51
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 5 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ».....	54
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 5 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА.....	58
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 6 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ИХ ГРАФИКОВ».....	65
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 6 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА.....	70
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 7 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ».....	77
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 7 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА.....	79
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 8 «ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ.....	84
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 9 «КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ.....	106
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 10 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ.....	117

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания предназначены для практических занятий со студентами ФГБОУ ВО РГАТУ по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» (уровень бакалавриата) очной и заочной форм обучения, изучающих дисциплину Б1.О.17 «Математика» в объёме 288 часов на первом курсе в соответствии с ФГОС ВО 3++, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 №911. Они содержат примеры выполнения заданий первого курса по разделам 1 «Определители, матрицы, системы линейных алгебраических уравнений», 2 «Векторная алгебра», 3 «Аналитическая геометрия», 4 «Предел и непрерывность функции», 5 «Дифференциальное исчисление функции одной переменной», 6 «Исследование поведения функций и построение их графиков», 7 «Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных», 8 «Интегральное исчисление функции одной переменной», 9 «Комплексные числа», 10 «Дифференциальные уравнения» дисциплины «Математика» с сопутствующими методическими указаниями, а также задания для самостоятельной работы на практических занятиях и дома.

Вся информация об учебном процессе и учебно-методических материалах дана на сайте А.Ф. Владимирова:

**Сайт А.Ф. Владимирова – Режим доступа: <https://vlaf53.wixsite.com/vlaf>**

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 «ОПРЕДЕЛИТЕЛИ, МАТРИЦЫ, СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ»

Следует предварительно изучить теорию с примерами из рекомендованных учебников или учебных пособий. В частности, нужно научиться *складывать* и *перемножать матрицы*, умножать матрицу на число, *вычислять определители матриц разными способами*, знать, что такое *минор* и *алгебраическое дополнение* элемента матрицы, уметь находить *обратную матрицу*, уметь приводить *расширенную матрицу* к треугольной и диагональной форме с помощью *элементарных преобразований* над строками этой матрицы. Напомним здесь некоторые из упомянутых положений.

*Произведением* матрицы  $A$  размеров  $m \times k$  на матрицу  $B$  размеров  $k \times n$  называется матрица  $C$  размеров  $m \times n$ , каждый элемент  $c_{ij}$  которой равен сумме парных произведений элементов  $i$ -й строки матрицы  $A$  на соответствующие элементы  $j$ -го столбца матрицы  $B$ . Например, умножая матрицу размеров  $3 \times 3$  на матрицу размеров  $3 \times 1$ , получаем матрицу размеров  $3 \times 1$ :

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -2 & 4 & 1 \\ 5 & -3 & 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \cdot 4 + 2 \cdot 5 + 3 \cdot 1 \\ (-2) \cdot 4 + 4 \cdot 5 + 1 \cdot 1 \\ 5 \cdot 4 + (-3) \cdot 5 + 4 \cdot 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 + 10 + 3 \\ -8 + 20 + 1 \\ 20 - 15 + 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 17 \\ 13 \\ 6 \end{pmatrix}.$$

Определитель квадратной матрицы второго порядка находим по *правилу диагоналей*: произведение элементов главной диагонали берём с внешним знаком «плюс», произведение элементов побочной диагонали берём с внешним знаком «минус», как показано на двух схемах и примере:

$$\begin{array}{c} \begin{array}{|c|c|} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{array} \\ + \\ \begin{array}{|c|c|} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{array} \\ - \\ \begin{vmatrix} -2 & 3 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} = (-2) \cdot 5 - 3 \cdot 4 = -10 - 12 = -22. \end{array}$$

Определитель квадратной матрицы третьего порядка находим по *правилу диагоналей и треугольников*. Здесь произведение элементов главной диагонали и произведение элементов в вершинах треугольников с основаниями, параллельными главной диагонали, берём с внешним знаком «плюс»; а произведение элементов побочной диагонали и произведение элементов в вершинах треугольников с основаниями, параллельными побочной диагонали, берём с внешним знаком «минус», как показано на двух схемах и примере:

$$\begin{array}{c} \begin{array}{|c|c|c|} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \\ + \\ \begin{array}{|c|c|c|} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \\ - \\ \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & -6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix} = 1 \cdot 5 \cdot 9 + 2 \cdot (-6) \cdot 7 + 3 \cdot 4 \cdot 8 - 3 \cdot 5 \cdot 7 - \\ - 2 \cdot 4 \cdot 9 - 1 \cdot (-6) \cdot 8 = 45 - 84 + 96 - 105 - 72 + 48 = -72. \end{array}$$

*Минором* элемента  $a_{ij}$  матрицы  $A$  называется определитель матрицы меньшего порядка, которая остаётся после вычёркивания строки и столбца исходной

матрицы, на пересечении которых находится данный элемент; минор обозначается символом  $M_{ij}$ . Например,

$$M_{21} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 8 & 9 \end{vmatrix} = 2 \cdot 9 - 3 \cdot 8 = 18 - 24 = -6.$$

Алгебраическим дополнением элемента  $a_{ij}$  матрицы  $A$ , обозначаемым символом  $A_{ij}$ , называется минор этого элемента, умноженный на  $(-1)^{i+j}$ , т.е.  $A_{ij} = (-1)^{i+j} \cdot M_{ij}$ .

**Теорема Лапласа.** *Определитель квадратной матрицы любого порядка равен сумме парных произведений элементов некоторой строки (некоторого столбца) матрицы на алгебраические дополнения этих элементов.*

Например, разложим ранее вычисленный определитель по первой строке матрицы:

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & -6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix} = 1 \cdot (-1)^{1+1} \cdot \begin{vmatrix} 5 & -6 \\ 8 & 9 \end{vmatrix} + 2 \cdot (-1)^{1+2} \cdot \begin{vmatrix} 4 & -6 \\ 7 & 9 \end{vmatrix} + 3 \cdot (-1)^{1+3} \cdot \begin{vmatrix} 4 & 5 \\ 7 & 8 \end{vmatrix} = \\ = 1 \cdot (45 + 48) - 2 \cdot (36 + 42) + 3 \cdot (32 - 35) = 93 - 156 - 9 = -72.$$

Удобно, если в некоторой строке или в некотором столбце много нулевых элементов. При этом предварительно можно эти нули получить, если воспользоваться свойством определителей: *определитель матрицы не изменится, если к элементам одной строки прибавить соответствующие элементы другой строки, умноженные на одно и то же число. Аналогично для столбцов.* Например, умножим первую строку матрицы для продолжающегося примера на  $(-4)$  и прибавим результат ко второй строке, затем умножим первую строку матрицы на  $(-7)$  и прибавим результат к третьей строке. Для выполняемых преобразований сделаем соответствующие пометки около первой строки со стрелками ко второй и третьей строке. Затем разложим определитель по первому столбцу матрицы:

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & (-4)(-7) \\ 4 & 5 & -6 & \leftarrow \\ 7 & 8 & 9 & \leftarrow \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & -18 \\ 0 & -6 & -12 \end{vmatrix} = 1 \cdot (-1)^{1+1} \cdot \begin{vmatrix} -3 & -18 \\ -6 & -12 \end{vmatrix} = 36 - 108 = -72.$$

Приведём примеры решения типичных заданий по разделу 1.

**Пример 1.** Найти обратную матрицу для матрицы  $A$  и проверить, что

$$A^{-1} \cdot A = E, \text{ если } A = \begin{pmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 1 & 4 & 2 \\ 1 & -4 & 0 \end{pmatrix}.$$

**Решение.** Если  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$ , то  $A^{-1} = \frac{1}{\Delta(A)} \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} \end{pmatrix}$ , где

$A_{ij}$  – алгебраические дополнения элементов  $a_{ij}$  матрицы  $A$ .

Находим сначала определитель матрицы  $A$  по правилу треугольников и диагоналей:

$$\Delta(A) = \begin{vmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 1 & 4 & 2 \\ 1 & -4 & 0 \end{vmatrix} = 0 + (-6) + (-4) - 4 - 0 - (-16) = 2.$$

Поскольку  $\Delta(A) \neq 0$ , то обратная матрица  $A^{-1}$  существует. Для её нахождения вычисляем алгебраические дополнения:

$$\begin{aligned} A_{11} &= \begin{vmatrix} 4 & 2 \\ -4 & 0 \end{vmatrix} = 8; & A_{21} &= -\begin{vmatrix} -3 & 1 \\ -4 & 0 \end{vmatrix} = -4; & A_{31} &= \begin{vmatrix} -3 & 1 \\ 4 & 2 \end{vmatrix} = -10; \\ A_{12} &= -\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = 2; & A_{22} &= \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = -1; & A_{32} &= -\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = -3; \\ A_{13} &= \begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 1 & -4 \end{vmatrix} = -8; & A_{23} &= -\begin{vmatrix} 2 & -3 \\ 1 & -4 \end{vmatrix} = 5; & A_{33} &= \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ 1 & 4 \end{vmatrix} = 11. \end{aligned}$$

Таким образом,  $A^{-1} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 8 & -4 & -10 \\ 2 & -1 & -3 \\ -8 & 5 & 11 \end{pmatrix}$ .

Проверяем равенство  $A^{-1} \cdot A = E$ :

$$\begin{aligned} A^{-1} \cdot A &= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 8 & -4 & -10 \\ 2 & -1 & -3 \\ -8 & 5 & 11 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 1 & 4 & 2 \\ 1 & -4 & 0 \end{pmatrix} = \\ &= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 16 - 4 - 10 & -24 - 16 + 40 & 8 - 8 - 0 \\ 4 - 1 - 3 & -6 - 4 + 12 & 2 - 2 - 0 \\ -16 + 5 + 11 & 24 + 20 - 44 & -8 + 10 + 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = E. \end{aligned}$$

Равенство выполнено. Пример завершён.

Рассмотрим формулу обратной матрицы второго порядка:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}, \quad A^{-1} = \frac{1}{\Delta(A)} \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} \\ A_{12} & A_{22} \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta(A)} \begin{pmatrix} a_{22} & -a_{12} \\ -a_{21} & a_{11} \end{pmatrix}.$$

**Пример 2.** Найти обратную матрицу для матрицы  $A$  и проверить, что  $A^{-1} \cdot A = E$ , если  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$ .

**Решение.** Найдём определитель матрицы:  $\Delta(A) = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{vmatrix} = 4 - 6 = -2$ . Тогда

по ранее полученной формуле находим:

$$A^{-1} = \frac{1}{\Delta(A)} \begin{pmatrix} a_{22} & -a_{12} \\ -a_{21} & a_{11} \end{pmatrix} = \frac{1}{-2} \begin{pmatrix} 4 & -3 \\ -2 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 1,5 \\ 1 & -0,5 \end{pmatrix}.$$

Проверяем равенство  $A^{-1} \cdot A = E$ :

$$A^{-1} \cdot A = \begin{pmatrix} -2 & 1,5 \\ 1 & -0,5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2+3 & -6+6 \\ 1-1 & 3-2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = E.$$

Равенство выполнено. Пример завершён.

**Пример 3.** Решить систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

матричным способом: 
$$\begin{cases} 2x - 3y + z = -7, \\ x + 4y + 2z = -1, \\ x - 4y = -5. \end{cases}$$

**Решение.** Данной СЛАУ соответствуют три матрицы: матрица  $A$  системы, матрица-столбец переменных  $X$  и матрица-столбец свободных членов  $B$ :

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 1 & 4 & 2 \\ 1 & -4 & 0 \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} -7 \\ -1 \\ -5 \end{pmatrix}.$$

Система записывается в виде матричного уравнения  $AX=B$ . Если определитель матрицы  $\Delta(A) \neq 0$ , то матрица имеет обратную матрицу  $A^{-1}$ , и решение системы в матричной форме имеет вид  $X = A^{-1}B$ .

Если  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$ , то  $A^{-1} = \frac{1}{\Delta(A)} \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} \end{pmatrix}$ , где  $A_{ij}$  – алгебраические дополнения элементов  $a_{ij}$  матрицы  $A$ .

Для данной СЛАУ находим сначала определитель матрицы  $A$  по правилу диагоналей и треугольников:

$$\Delta(A) = \begin{vmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 1 & 4 & 2 \\ 1 & -4 & 0 \end{vmatrix} = 0 + (-6) + (-4) - 4 - 0 - (-16) = 2.$$

Поскольку  $\Delta(A) \neq 0$ , то обратная матрица  $A^{-1}$  существует. Для её нахождения вычисляем алгебраические дополнения:

$$A_{11} = \begin{vmatrix} 4 & 2 \\ -4 & 0 \end{vmatrix} = 8; \quad A_{21} = -\begin{vmatrix} -3 & 1 \\ -4 & 0 \end{vmatrix} = -4; \quad A_{31} = \begin{vmatrix} -3 & 1 \\ 4 & 2 \end{vmatrix} = -10;$$

$$A_{12} = -\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = 2; \quad A_{22} = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = -1; \quad A_{32} = -\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = -3;$$

$$A_{13} = \begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 1 & -4 \end{vmatrix} = -8; \quad A_{23} = -\begin{vmatrix} 2 & -3 \\ 1 & -4 \end{vmatrix} = 5; \quad A_{33} = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ 1 & 4 \end{vmatrix} = 11.$$

Таким образом,  $A^{-1} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 8 & -4 & -10 \\ 2 & -1 & -3 \\ -8 & 5 & 11 \end{pmatrix}$ . Остаётся вычислить:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = X = A^{-1} \cdot B = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 8 & -4 & -10 \\ 2 & -1 & -3 \\ -8 & 5 & 11 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -7 \\ -1 \\ -5 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -56 + 4 + 50 \\ -14 + 1 + 15 \\ 56 - 5 - 55 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}.$$

Итак, система имеет единственное решение:  $x = -1, y = 1, z = -2$ .

**Пример 4.** Решить систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

по формулам Крамера: 
$$\begin{cases} 2x - 3y + z = -7, \\ x + 4y + 2z = -1, \\ x - 4y = -5. \end{cases}$$

**Решение.** Для данной СЛАУ в примере 3.1 был вычислен определитель

матрицы  $A$ :  $\Delta(A) = \begin{vmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 1 & 4 & 2 \\ 1 & -4 & 0 \end{vmatrix} = 2.$

Вычислим определители вспомогательных матриц разными способами:

$$\Delta(A_1) = \begin{vmatrix} -7 & -3 & 1 \\ -1 & 4 & 2 \\ -5 & -4 & 0 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-2) \\ \leftarrow \\ \end{matrix} = \begin{vmatrix} -7 & -1 & 1 \\ 13 & 10 & 0 \\ -5 & -4 & 0 \end{vmatrix} = 1 \cdot \begin{vmatrix} 13 & 10 \\ -5 & -4 \end{vmatrix} = -2;$$

$$\Delta(A_2) = \begin{vmatrix} 2 & -7 & 1 \\ 1 & -1 & 2 \\ 1 & -5 & 0 \end{vmatrix} \begin{matrix} (-2) \\ \leftarrow \\ \end{matrix} = \begin{vmatrix} 2 & -7 & 1 \\ -3 & 13 & 0 \\ 1 & -5 & 0 \end{vmatrix} = 1 \cdot \begin{vmatrix} -3 & 13 \\ 1 & -5 \end{vmatrix} = 2;$$

$$\Delta(A_3) = \begin{vmatrix} 2 & -3 & -7 \\ 1 & 4 & -1 \\ 1 & -4 & -5 \end{vmatrix} = -40 + 3 + 28 - (-28) - 15 - 8 = 59 - 63 = -4.$$

По формулам Крамера получаем:

$$x = \frac{\Delta(A_1)}{\Delta(A)} = \frac{-2}{2} = -1, \quad y = \frac{\Delta(A_2)}{\Delta(A)} = \frac{2}{2} = 1, \quad z = \frac{\Delta(A_3)}{\Delta(A)} = \frac{-4}{2} = -2.$$

Система имеет то же самое единственное решение:  $x = -1, y = 1, z = -2$ .

**Пример 5.** Решить систему линейных алгебраических уравнений методом

$$\text{Гаусса: } \begin{cases} 2x - 3y + z = -7, \\ x + 4y + 2z = -1, \\ x - 4y = -5. \end{cases}$$

**Решение.** Сначала осуществляем прямой ход метода Гаусса. Матрицу  $A^*$  элементарными преобразованиями приводим к равномерно-ступенчатому виду.

$$\begin{aligned} A^* &= \left( \begin{array}{ccc|c} 2 & -3 & 1 & -7 \\ 1 & 4 & 2 & -1 \\ 1 & -4 & 0 & -5 \end{array} \right) \begin{array}{l} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 1 & 4 & 2 & -1 \\ 2 & -3 & 1 & -7 \end{array} \right) \begin{array}{l} (-1)(-2) \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 8 & 2 & 4 \\ 0 & 5 & 1 & 3 \end{array} \right) :2 \sim \\ &\sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 4 & 1 & 2 \\ 0 & 5 & 1 & 3 \end{array} \right) \begin{array}{l} (-1) \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 4 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right) \begin{array}{l} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 4 & 1 & 2 \end{array} \right) \begin{array}{l} (-4) \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \sim \\ &\sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -2 \end{array} \right). \end{aligned}$$

Итак, привели матрицу  $A^*$  к эквивалентной матрице ступенчатого вида. Обратный ход метода Гаусса «снизу вверх» также лучше осуществлять в матричной форме за несколько шагов. Нужно обнулить все элементы над главной диагональю. Здесь достаточно одного преобразования:

$$A^* \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -2 \end{array} \right) \begin{array}{l} \leftarrow \\ (4) \\ \leftarrow \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -2 \end{array} \right).$$

Снова система имеет то же самое решение:  $x = -1$ ,  $y = 1$ ,  $z = -2$ .

**Результат 2-й прямого хода.** На некотором этапе прямого хода в расширенной матрице появляется строка с нулями до черты и ненулевым элементом после черты, что соответствует противоречивому уравнению  $0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + \dots + 0 \cdot x_n = \gamma$ ,  $\gamma \neq 0$ . Система несовместна.

**Пример 6.** Решить СЛАУ методом Гаусса: 
$$\begin{cases} 3x_1 - 5x_2 + 2x_3 + 4x_4 = 2, \\ 7x_1 - 4x_2 + x_3 + 3x_4 = 5, \\ 5x_1 + 7x_2 - 4x_3 - 6x_4 = 3. \end{cases}$$

**Решение.** Осуществляем прямой ход метода Гаусса над расширенной матрицей системы:

$$A^* = \left( \begin{array}{cccc|c} 3 & -5 & 2 & 4 & 2 \\ 7 & -4 & 1 & 3 & 5 \\ 5 & 7 & -4 & -6 & 3 \end{array} \right) \begin{array}{l} (-2)(-1) \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \sim \left( \begin{array}{cccc|c} 3 & -5 & 2 & 4 & 2 \\ 1 & 6 & -3 & -5 & 1 \\ 2 & 12 & -6 & -10 & 1 \end{array} \right) \begin{array}{l} (-2) \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \sim$$

$$\sim \left( \begin{array}{cccc|c} 3 & -5 & 2 & 4 & 2 \\ 1 & 6 & -3 & -5 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{array} \right).$$

Система несовместна, т.к. третья строка матрицы противоречива.

**Результат 3-й прямого хода.** На некотором этапе прямого хода в расширенной матрице появляется не одна ступенька, а *терраса* – сразу несколько ступеней рядом в одной строке, под которыми элементы обнулены. Таких террас может быть несколько. Расширенная матрица в конце прямого хода принимает *террасно-ступенчатый вид*. В этом случае переменные делятся на два вида – *базисные* и *свободные*. Базисными являются переменные одиночных ступенек и по одной переменной на каждой террасе. Остальные переменные всех террас объявляются свободными.

Если бы члены уравнений со свободными переменными были перенесены в правые части уравнений, то относительно базисных переменных изменённая таким образом расширенная матрица приобрела бы равномерно-ступенчатый вид. Применяя уже известную процедуру обратного хода, мы можем однозначно выразить базисные переменные через свободные коэффициенты и свободные переменные. Система имеет бесконечное множество решений, т.к. свободные переменные принимают любые значения.

Обычно обратный ход осуществляют без переноса свободных переменных вправо над столбцами базисных переменных, обнуляя элементы над единицами. И только после завершения обратного хода, переходя к уравнениям, переносят члены со свободными переменными в правые части уравнений и выражают через них базисные переменные.

**Пример 7.** Решить СЛАУ методом Гаусса: 
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 1, \\ 2x_1 + x_2 - 5x_3 = -1, \\ x_1 - x_2 - x_3 = -2. \end{cases}$$

**Решение.** Осуществляем прямой ход метода Гаусса над расширенной матрицей системы в два этапа – за 2 шага и за 3 шага:

$$A^* = \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -5 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -2 & -2 \end{array} \right) \begin{array}{l} (-2)(-1) \\ \leftarrow \downarrow \\ \leftarrow \downarrow \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & -3 & 3 & -3 \\ 0 & -3 & 3 & -3 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ (-1) \\ \leftarrow \downarrow \end{array} \sim$$

$$\sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & -3 & 3 & -3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) :(-3) \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right).$$

В конце прямого хода во второй строке образовалась терраса из двух соединённых ступенек. Переменные  $x_1, x_2$  объявляем базисными, а переменную  $x_3$  объявляем свободной. Далее для второго столбца – столбца последней базисной переменной  $x_2$  – осуществляем обратный ход:

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \end{array} \right) \begin{array}{l} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \begin{array}{l} (-2) \\ (-2) \\ (-2) \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & -2 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \end{array} \right).$$

Выражаем базисные переменные  $x_1, x_2$  через свободную переменную  $x_3$ , не забывая переменить знаки коэффициентов перед нею при переносе вправо:

$$\begin{cases} x_1 = -1 + 2x_3, \\ x_2 = 1 + x_3. \end{cases}$$

Система имеет бесконечное множество решений.

**Замечание.** Выбор свободных и базисных переменных не является однозначным, но число свободных переменных и число базисных переменных однозначно для каждой совместной системы. В примере 5.3 можно было выбрать базисными переменными  $x_1, x_3$ , а свободной переменной была бы  $x_2$ .

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \end{array} \right) \cdot (-1) \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & -1 & 1 & -1 \end{array} \right) \begin{array}{l} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \begin{array}{l} (4) \\ (4) \\ (4) \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 0 & -3 \\ 0 & -1 & 1 & -1 \end{array} \right)$$

Выражаем базисные переменные  $x_1, x_3$  через свободную переменную  $x_2$ :

$$\begin{cases} x_1 = -3 + 2x_2, \\ x_3 = -1 + x_2. \end{cases}$$

**Пример 8.** Решить СЛАУ методом Гаусса:

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 2, \\ 6x_1 - 3x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 5x_5 = 3, \\ 6x_1 - 3x_2 + 4x_3 + 8x_4 + 13x_5 = 9, \\ 4x_1 - 2x_2 + x_3 + x_4 + 2x_5 = 1. \end{cases}$$

**Решение.** Осуществляем прямой ход метода Гаусса над расширенной матрицей системы:

$$A^* = \left( \begin{array}{ccccc|c} 2 & -1 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 6 & -3 & 2 & 4 & 5 & 3 \\ 6 & -3 & 4 & 8 & 13 & 9 \\ 4 & -2 & 1 & 1 & 2 & 1 \end{array} \right) \begin{array}{l} (-3)(-3)(-2) \\ \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccccc|c} 2 & -1 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & -1 & -2 & -4 & -3 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & -1 & -3 & -4 & -3 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \\ (1) \\ \leftarrow \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccccc|c} 2 & -1 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{array} \right) \cdot (-1) \sim \left( \begin{array}{ccccc|c} -2 & 1 & -1 & -2 & -3 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right) \cdot (-1)$$

Прямой ход метода Гаусса завершён. Расширенная матрица приняла террасно-ступенчатый вид с двумя террасами в первой и третьей строке и одной ступенькой во второй строке, что указано подчёркиванием в последней матрице. Выбираем базисными переменными  $x_2, x_3, x_4$ . Свободными будут переменные  $x_1, x_5$ . Начинаем обратный ход, обнуляя элементы над единицами в 4-м и 3-м столбце:

$$\left( \begin{array}{ccccc|c} -2 & 1 & -1 & -2 & -3 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right) \begin{array}{l} \leftarrow \\ \leftarrow \\ (-2)(2) \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccccc|c} -2 & 1 & -1 & 0 & -3 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right) \begin{array}{l} \leftarrow \\ (1) \end{array} \sim$$

$$\sim \left( \begin{array}{ccccc|c} -2 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right) \cdot \begin{cases} x_2 = 1 + 2x_1 - x_5, \\ x_3 = 3 - 4x_5, \\ x_4 = 0. \end{cases}$$

Совместная неопределённая система решена.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

### Вариант 1.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - 3y - 5z = 1 \\ 3x + y - 2z = -4 \\ x - 2y + z = 5 \end{cases}$$

### Вариант 2.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x + 3y - z = 3 \\ x + y + 3z = -4 \\ 3x + 5y + z = 4 \end{cases}$$

### Вариант 3.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x + 3y - z = 3 \\ x + y + 3z = -4 \\ 3x + 5y + z = 4 \end{cases}$$

### Вариант 4.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 4x + 3y - 2z = -1 \\ 3x + y + z = 3 \\ x - 2y - 3z = 8 \end{cases}$$

### Вариант 5.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 5x - 2y + z = -1 \\ 2x + y + 2z = 6 \\ x - 3y - z = -5 \end{cases}$$

### Вариант 6.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + 3y + 2z = -1 \\ 2x + y - z = 3 \\ x - 2y - 3z = 4 \end{cases}$$

### Вариант 7.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - y + 3z = 1 \\ x + 2y + z = 8 \\ 4x - 3y - 2z = -1 \end{cases}$$

### Вариант 8.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x - 2y + z = 4 \\ 2x + y + 3z = 5 \\ 3x + 4y + z = -2 \end{cases}$$

### Вариант 9.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - y + 3z = 3 \\ x + 2y + z = 2 \\ x - 3y + 4z = -1 \end{cases}$$

### Вариант 10.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + y - 2z = 1 \\ x - 2y + 3z = 5 \\ 2x + 3y - z = -4 \end{cases}$$

**Вариант 11.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x - 3y - z = 1 \\ 2x + y + z = -7 \\ 2x - y - 3z = 5 \end{cases}$$

**Вариант 12.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + y - 2z = -4 \\ x - 2y - z = -1 \\ 2x + 3y - 2z = 5 \end{cases}$$

**Вариант 13.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - 3y + z = 3 \\ x + y - 2z = 4 \\ 3x - 2y + 6z = 5 \end{cases}$$

**Вариант 14.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x - 2y + 2z = 3 \\ 2x + y - z = -5 \\ 5x - y + 3z = 4 \end{cases}$$

**Вариант 15.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + 5y - z = -1 \\ 2x + y - 2z = 7 \\ x - 4y + z = 0 \end{cases}$$

**Вариант 16.**

Задание 1. Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - 3y + 3z = 0 \\ x + y - 2z = -7 \\ x - 2y + 3z = 3 \end{cases}$$

**Вариант 17.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + 2y - z = 3 \\ x - y + 2z = -4 \\ 2x + 2y + z = 4 \end{cases}$$

**Вариант 18.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + y - 2z = 1 \\ 2x + 3y + z = 0 \\ x - 2y - z = 7 \end{cases}$$

**Вариант 19.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - 3y + z = 3 \\ x + y - 2z = 4 \\ 3x - 2y + 6z = 0 \end{cases}$$

**Вариант 20.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + 2y - 4z = 0 \\ 3x + y - 3z = -1 \\ 2x - y + 5z = 3 \end{cases}$$

**Вариант 21.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - y + 3z = -7 \\ x + 2y - z = 4 \\ 3x - 3y - 2z = 1 \end{cases}$$

**Вариант 22.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + 2y + z = 1 \\ 2x - 3y - z = -8 \\ x + y + 2z = 1 \end{cases}$$

**Вариант 23.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x + 2y - 3z = 0 \\ x - 2y + z = 6 \\ 2x + y + 2z = 2 \end{cases}$$

**Вариант 24.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + 2y + 2z = 1 \\ 2x - 3y - z = 3 \\ x + y + 3z = -2 \end{cases}$$

**Вариант 25.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + 2y + z = 1 \\ 2x - 3y - 2z = -3 \\ 2x + y + z = 2 \end{cases}$$

**Вариант 26.**

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x - 2y + z = 8 \\ 2x + y - 3z = 1 \\ 3x + 2y - 2z = 0 \end{cases}$$

### Вариант 27.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + 2y + z = 4 \\ 3x - 5y + 3z = 1 \\ 2x + 7y - z = 8 \end{cases}$$

### Вариант 28.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + 2y + z = 5 \\ 2x + 3y + z = 1 \\ 2x + y + 3z = 11 \end{cases}$$

### Вариант 29.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + 2y + 4z = 31 \\ 5x + y + 2z = 29 \\ 3x - y + z = 10 \end{cases}$$

### Вариант 30.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 4x - 3y + 2z = 9 \\ 2x + 5y - 3z = 4 \\ 5x + 6y - 2z = 18 \end{cases}$$

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2 «ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА»

### Свойства скалярного произведения векторов и векторного произведения векторов

**Пример решения задания 1.** а) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ . б) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , если  $\vec{a} = 3\vec{p} - \vec{q}$ ,  $\vec{b} = 2\vec{p} + 4\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 2$ ,  $|\vec{q}| = 3$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{3}$ .

**Решение.** а) Найдём скалярное произведение векторов  $\vec{a} = 3\vec{p} - \vec{q}$  и  $\vec{b} = 2\vec{p} + 4\vec{q}$ . Данные векторы выражены через линейные комбинации векторов

$\vec{p}$  и  $\vec{q}$ , поэтому произведём умножение, учитывая следующие свойства скалярного произведения:

$$1) \vec{p} \cdot \vec{q} = \vec{q} \cdot \vec{p}, \quad 2) (\lambda \vec{p}) \cdot \vec{q} = \vec{p} \cdot (\lambda \vec{q}) = \lambda(\vec{p} \cdot \vec{q}), \quad 3) \vec{p} \cdot (\vec{q} + \vec{r}) = \vec{p} \cdot \vec{q} + \vec{p} \cdot \vec{r},$$

$$4) \vec{p} \cdot \vec{p} = |\vec{p}|^2.$$

$$\text{Поэтому: } \vec{a} \cdot \vec{b} = (3\vec{p} - \vec{q}) \cdot (2\vec{p} + 4\vec{q}) = 6\vec{p} \cdot \vec{p} + 12\vec{p} \cdot \vec{q} - 2\vec{q} \cdot \vec{p} - 4\vec{q} \cdot \vec{q} =$$

$$= 6|\vec{p}|^2 + 12\vec{p} \cdot \vec{q} - 2\vec{p} \cdot \vec{q} - 4|\vec{q}|^2 = 6|\vec{p}|^2 + 10\vec{p} \cdot \vec{q} - 4|\vec{q}|^2.$$

После приведения подобных членов получили:  $\vec{a} \cdot \vec{b} = 6|\vec{p}|^2 + 10\vec{p} \cdot \vec{q} - 4|\vec{q}|^2$ .

$$\text{В нашей задаче } \vec{p} \cdot \vec{p} = |\vec{p}|^2 = 2^2 = 4, \quad \vec{q} \cdot \vec{q} = |\vec{q}|^2 = 3^2 = 9,$$

$$\vec{p} \cdot \vec{q} = |\vec{p}| \cdot |\vec{q}| \cdot \cos(\widehat{\vec{p}, \vec{q}}) = 2 \cdot 3 \cdot \cos \frac{\pi}{3} = 2 \cdot 3 \cdot \frac{1}{2} = 3,$$

поэтому  $\vec{a} \cdot \vec{b} = 6 \cdot 4 + 10 \cdot 3 - 4 \cdot 9 = 24 + 30 - 36 = 18$ .

б) Из определения векторного произведения следует, что для вычисления площади параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , необходимо найти модуль векторного произведения, т.е.  $S_{\text{пар}} = |\vec{a} \times \vec{b}|$ .

$$\text{Вычислим векторное произведение векторов } \vec{a} = 3\vec{p} - \vec{q} \text{ и } \vec{b} = 2\vec{p} + 4\vec{q}.$$

При этом вновь учтём, что  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  выражены через векторы  $\vec{p}$  и  $\vec{q}$ . Сначала выразим само векторное произведение, используя следующие его свойства:

$$1) \vec{p} \times \vec{q} = -\vec{q} \times \vec{p}, \quad 2) (\lambda \vec{p}) \times \vec{q} = \vec{p} \times (\lambda \vec{q}) = \lambda(\vec{p} \times \vec{q}),$$

$$3) \vec{p} \times (\vec{q} + \vec{r}) = \vec{p} \times \vec{q} + \vec{p} \times \vec{r}, \quad 4) \vec{p} \times \vec{p} = \vec{0}.$$

Для нашей задачи получим:

$$\vec{a} \times \vec{b} = (3\vec{p} - \vec{q}) \times (2\vec{p} + 4\vec{q}) = 6\vec{p} \times \vec{p} + 12\vec{p} \times \vec{q} - 2\vec{q} \times \vec{p} - 4\vec{q} \times \vec{q} =$$

$$= \vec{0} + 12\vec{p} \times \vec{q} + 2\vec{p} \times \vec{q} - \vec{0} = 14\vec{p} \times \vec{q}.$$

Итак,  $\vec{a} \times \vec{b}$  выразили через  $\vec{p} \times \vec{q}$ , а именно:  $\vec{a} \times \vec{b} = 14\vec{p} \times \vec{q}$ .

Из определения модуля векторного произведения известно, что

$$|\vec{p} \times \vec{q}| = |\vec{p}| \cdot |\vec{q}| \cdot \sin(\widehat{\vec{p}, \vec{q}}).$$

$$\text{Тогда в нашей задаче } |\vec{p} \times \vec{q}| = 2 \cdot 3 \cdot \sin \frac{\pi}{3} = 2 \cdot 3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 3\sqrt{3}.$$

$$\text{И, наконец, находим } |\vec{a} \times \vec{b}| = |14\vec{p} \times \vec{q}| = |14| \cdot |\vec{p} \times \vec{q}| = 14 \cdot 3\sqrt{3} = 42\sqrt{3}.$$

Таким образом, площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , равна  $S_{\text{пар}} = |\vec{a} \times \vec{b}| = 42\sqrt{3}$  (кв. ед.).

### Свойства скалярного, векторного и смешанного произведения векторов в координатной форме

**Пример решения задания 2.** Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-5; -3; -5)$ ,  $B(-1; 1; -7)$ ,  $C(-3; 8; -15)$ ,  $D(-5; -1; -4)$ . Требуется: 1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно направленными отрезками  $\overrightarrow{AB}$ ,  $\overrightarrow{AC}$ ,  $\overrightarrow{AD}$ , в

декартовом базисе  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ ; 2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ; 3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ; 4) найти площадь грани  $ABC$ ; 5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

**Решение.** Для наглядности ниже сделан схематичный чертёж (Рис.1). При решении задачи будем использовать сведения из векторной алгебры и аналитической геометрии.

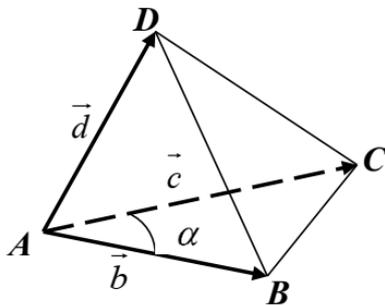


Рис.1. Пирамида  $ABCD$  для примера решения задания 2.

1) Найдем координаты векторов  $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$ , порождённых соответственно отрезками  $\overline{AB}, \overline{AC}, \overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ , вычитая из координат конца каждого отрезка координаты его начала. Например,  $\vec{b} = \vec{b}(\overline{AB}) = (x_B - x_A)\vec{i} + (y_B - y_A)\vec{j} + (z_B - z_A)\vec{k}$ . Подставляя данные задачи, получим:

$$\vec{b} = \vec{b}(\overline{AB}) = (-1 - (-5))\vec{i} + (1 - (-3))\vec{j} + (-7 - (-5))\vec{k} = 4\vec{i} + 4\vec{j} - 2\vec{k},$$

$$\vec{c} = \vec{c}(\overline{AC}) = (-3 - (-5))\vec{i} + (8 - (-3))\vec{j} + (-15 - (-5))\vec{k} = 2\vec{i} + 11\vec{j} - 10\vec{k},$$

$$\vec{d} = \vec{d}(\overline{AD}) = (-5 - (-5))\vec{i} + (-1 - (-3))\vec{j} + (-4 - (-5))\vec{k} = 2\vec{j} + \vec{k}.$$

2) Косинус угла между векторами  $\vec{b} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j} + b_z\vec{k}$  и  $\vec{c} = c_x\vec{i} + c_y\vec{j} + c_z\vec{k}$  находится по формуле:

$$\cos(\vec{b}, \vec{c}) = \frac{\vec{b} \cdot \vec{c}}{|\vec{b}| \cdot |\vec{c}|} = \frac{b_x c_x + b_y c_y + b_z c_z}{\sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2} \cdot \sqrt{c_x^2 + c_y^2 + c_z^2}}.$$

Применяя эту формулу, находим:

$$\cos(\vec{b}, \vec{c}) = \frac{4 \cdot 2 + 4 \cdot 11 + (-2) \cdot (-10)}{\sqrt{4^2 + 4^2 + (-2)^2} \cdot \sqrt{2^2 + 11^2 + (-10)^2}} = \frac{8 + 44 + 20}{\sqrt{36} \cdot \sqrt{225}} = \frac{72}{6 \cdot 15} = 0,8.$$

3) Проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$  можно найти по формуле:

$$np_{\vec{b}} \vec{d} = \frac{\vec{b} \cdot \vec{d}}{|\vec{b}|} = \frac{b_x d_x + b_y d_y + b_z d_z}{\sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}}.$$

Подставляя координаты векторов  $\vec{d}$  и  $\vec{b}$ , находим:

$$np_{\vec{b}} \vec{d} = \frac{4 \cdot 0 + 4 \cdot 2 + (-2) \cdot 1}{\sqrt{4^2 + 4^2 + (-2)^2}} = \frac{6}{6} = 1.$$

4) Грань  $ABC$  пирамиды  $ABCD$  является треугольником, построенным на отрезках  $\overrightarrow{AB}$  и  $\overrightarrow{AC}$  соответственно векторов  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ . Площадь грани  $ABC$  находим по формуле  $S_{ABC} = \frac{1}{2} |\vec{b} \times \vec{c}|$ . Векторное произведение векторов  $\vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k}$  и  $\vec{c} = c_x \vec{i} + c_y \vec{j} + c_z \vec{k}$  представляет собой вектор, координаты которого находят по формуле с помощью определителя:

$$\vec{b} \times \vec{c} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \end{vmatrix} = \vec{i} \cdot \begin{vmatrix} b_y & b_z \\ c_y & c_z \end{vmatrix} - \vec{j} \cdot \begin{vmatrix} b_x & b_z \\ c_x & c_z \end{vmatrix} + \vec{k} \cdot \begin{vmatrix} b_x & b_y \\ c_x & c_y \end{vmatrix}.$$

В нашей задаче:

$$\begin{aligned} \vec{b} \times \vec{c} &= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 4 & 4 & -2 \\ 2 & 11 & -10 \end{vmatrix} = \vec{i} \cdot \begin{vmatrix} 4 & -2 \\ 11 & -10 \end{vmatrix} - \vec{j} \cdot \begin{vmatrix} 4 & -2 \\ 2 & -10 \end{vmatrix} + \vec{k} \cdot \begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 2 & 11 \end{vmatrix} = \vec{i}(-40 + 22) - \\ &- \vec{j}(-40 + 4) + \vec{k}(44 - 8) = -18\vec{i} + 36\vec{j} + 36\vec{k}. \end{aligned}$$

$$\text{Отсюда } |\vec{b} \times \vec{c}| = \sqrt{(-18)^2 + 36^2 + 36^2} = 18 \cdot \sqrt{1 + 4 + 4} = 54,$$

$$S_{ABC} = \frac{1}{2} |\vec{b} \times \vec{c}| = \frac{54}{2} = 27 \text{ (кв. ед.)}.$$

5) Объём пирамиды  $ABCD$  вычисляется с помощью модуля смешанного произведения трёх векторов  $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$ , порождённых соответственно отрезками  $\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{AC}, \overrightarrow{AD}$ , а именно:  $V_{ABCD} = \frac{1}{6} |\vec{b} \vec{c} \vec{d}|$ . Известно, что смешанное произведение векторов  $\vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k}$ ,  $\vec{c} = c_x \vec{i} + c_y \vec{j} + c_z \vec{k}$  и  $\vec{d} = d_x \vec{i} + d_y \vec{j} + d_z \vec{k}$  вычисляется с помощью определителя матрицы, составленной из координат этих векторов:

$$\vec{b} \vec{c} \vec{d} = \begin{vmatrix} b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \\ d_x & d_y & d_z \end{vmatrix}.$$

В нашей задаче координаты векторов определены в пункте первом:

$$\vec{b} = 4\vec{i} + 4\vec{j} - 2\vec{k}, \quad \vec{c} = 2\vec{i} + 11\vec{j} - 10\vec{k}, \quad \vec{d} = 2\vec{j} + \vec{k}.$$

$$\text{Тогда } \vec{b} \vec{c} \vec{d} = \begin{vmatrix} 4 & 4 & -2 \\ 2 & 11 & -10 \\ 0 & 2 & 1 \end{vmatrix} = 44 + 0 + (-8) - 0 - 8 - (-80) = 108.$$

$$\text{Находим объём пирамиды } ABCD: V_{ABCD} = \frac{1}{6} |\vec{b} \vec{c} \vec{d}| = \frac{108}{6} = 18 \text{ (куб. ед.)}.$$

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2 ДЛЯ  
ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА**

**Вариант 1.**

1. Дано:  $\vec{a} = \vec{p} + 2\vec{q}$ ,  $\vec{b} = 3\vec{p} - \vec{q}$ ,  $|\vec{p}|=1$ ,  $|\vec{q}|=2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{6}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(2;-3;1)$ ,  $B(6;1;-1)$ ,  $C(4;8;-9)$ ,  $D(2;-1;2)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

**Вариант 2.**

1. Дано:  $\vec{a} = 3\vec{p} + \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - 2\vec{q}$ ,  $|\vec{p}|=4$ ,  $|\vec{q}|=1$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{4}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(2;-3;1)$ ,  $B(6;1;-1)$ ,  $C(4;8;-9)$ ,  $D(2;-1;2)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

**Вариант 3.**

1. Дано:  $\vec{a} = \vec{p} - 3\vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + 2\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = \frac{1}{5}$ ,  $|\vec{q}|=1$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{2}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(1;-4;0)$ ,  $B(5;0;-2)$ ,  $C(3;7;-10)$ ,  $D(1;-2;1)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 4.

1. Дано:  $\vec{a} = 3\vec{p} - 2\vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + 5\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 4$ ,  $|\vec{q}| = \frac{1}{2}$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{5\pi}{6}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-3; -6; 2)$ ,  $B(1; -2; 0)$ ,  $C(-1; 5; -8)$ ,  $D(-3; -4; 3)$ .

Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 5.

1. Дано:  $\vec{a} = \vec{p} - 2\vec{q}$ ,  $\vec{b} = 2\vec{q} + \vec{p}$ ,  $|\vec{p}| = 2$ ,  $|\vec{q}| = 3$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{3\pi}{4}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-1; 1; -5)$ ,  $B(3; 5; -7)$ ,  $C(1; 12; -15)$ ,  $D(-1; 3; -4)$ .

Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 6.

1. Дано:  $\vec{a} = \vec{p} + 3\vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - 2\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 2$ ,  $|\vec{q}| = 3$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{3}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-4; 2; -1)$ ,  $B(0; 6; -3)$ ,  $C(-2; 13; -11)$ ,  $D(-4; 4; 0)$ .

Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 7.

1. Дано:  $\vec{a} = 2\vec{p} - \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + 3\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 3$ ,  $|\vec{q}| = 2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{2}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(0;4;3)$ ,  $B(4;8;1)$ ,  $C(2;15;-7)$ ,  $D(0;6;4)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 8.

1. Дано:  $\vec{a} = 4\vec{p} + \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - \vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 7$ ,  $|\vec{q}| = 2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{4}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-2;0;-2)$ ,  $B(2;4;-4)$ ,  $C(0;11;-12)$ ,  $D(-2;2;-1)$ .

Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 9.

1. Дано:  $\vec{a} = \vec{p} - 4\vec{q}$ ,  $\vec{b} = 3\vec{p} + \vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 1$ ,  $|\vec{q}| = 2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{6}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(3;3;-3)$ ,  $B(7;7;-5)$ ,  $C(5;14;-13)$ ,  $D(3;5;-2)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 10.

1. Дано:  $\vec{a} = \vec{p} + 4\vec{q}$ ,  $\vec{b} = 2\vec{p} - \vec{q}$ ,  $|\vec{p}|=7$ ,  $|\vec{q}|=2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{3}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(4;-2;5)$ ,  $B(8;2;3)$ ,  $C(6;9;-5)$ ,  $D(4;0;6)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 11.

1. Дано:  $\vec{a} = 3\vec{p} + 2\vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - \vec{q}$ ,  $|\vec{p}|=10$ ,  $|\vec{q}|=1$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{2}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-5;0;1)$ ,  $B(-4;-2;3)$ ,  $C(6;2;11)$ ,  $D(3;4;9)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 12.

1. Дано:  $\vec{a} = 4\vec{p} - \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + 2\vec{q}$ ,  $|\vec{p}|=5$ ,  $|\vec{q}|=4$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{4}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(1;-4;0)$ ,  $B(2;-6;2)$ ,  $C(12;-2;10)$ ,  $D(9;0;8)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 13.

1. Дано:  $\vec{a} = 3\vec{p} + \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - 3\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 7$ ,  $|\vec{q}| = 2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{4}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(3;3;-3)$ ,  $B(7;7;-5)$ ,  $C(5;14;-18)$ ,  $D(3;5;-2)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 14.

1. Дано:  $\vec{a} = 3\vec{p} - \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + 2\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 3$ ,  $|\vec{q}| = 4$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{3}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(0;2;-10)$ ,  $B(1;0;-8)$ ,  $C(11;4;0)$ ,  $D(8;6;-2)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 15.

1. Дано:  $\vec{a} = 3\vec{p} + \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - 3\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 2$ ,  $|\vec{q}| = 3$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{4}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(3;1;-2)$ ,  $B(4;-1;0)$ ,  $C(14;3;8)$ ,  $D(11;5;6)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 16.

1. Дано:  $\vec{a} = 2\vec{p} - 3\vec{q}$ ,  $\vec{b} = 3\vec{p} + \vec{q}$ ,  $|\vec{p}|=4$ ,  $|\vec{q}|=1$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{6}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-8;3;-1)$ ,  $B(-7;1;1)$ ,  $C(3;5;9)$ ,  $D(0;7;7)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 17.

1. Дано:  $\vec{a} = 5\vec{p} + \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - 3\vec{q}$ ,  $|\vec{p}|=1$ ,  $|\vec{q}|=2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{3}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(2;-1;-4)$ ,  $B(3;-3;-2)$ ,  $C(13;1;6)$ ,  $D(10;3;4)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 18.

1. Дано:  $\vec{a} = 7\vec{p} - 2\vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + 3\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = \frac{1}{2}$ ,  $|\vec{q}|=2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{2}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-4;5;-5)$ ,  $B(-3;3;-3)$ ,  $C(7;7;5)$ ,  $D(4;9;3)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 19.

1. Дано:  $\vec{a} = 6\vec{p} - \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + \vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 3$ ,  $|\vec{q}| = 4$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{4}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-2; -3; 2)$ ,  $B(-1; -5; 4)$ ,  $C(9; -1; 12)$ ,  $D(6; 1; 10)$ .

Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 20.

1. Дано:  $\vec{a} = 10\vec{p} + \vec{q}$ ,  $\vec{b} = 3\vec{p} - 2\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 4$ ,  $|\vec{q}| = 1$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{6}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-3; 4; -3)$ ,  $B(-2; 2; -1)$ ,  $C(8; 6; 7)$ ,  $D(5; 8; 5)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 21.

1. Дано:  $\vec{a} = 6\vec{p} - \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + 2\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 8$ ,  $|\vec{q}| = \frac{1}{2}$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{3}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(1; -3; 1)$ ,  $B(5; 1; -1)$ ,  $C(3; 8; -9)$ ,  $D(1; -1; 2)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 22.

1. Дано:  $\vec{a} = 3\vec{p} + 4\vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{q} - \vec{p}$ ,  $|\vec{p}| = \frac{5}{2}$ ,  $|\vec{q}| = 2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{2}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(3;0;-4)$ ,  $B(7;4;-6)$ ,  $C(5;11;-14)$ ,  $D(3;2;-3)$ .

Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 23.

1. Дано:  $\vec{a} = 7\vec{p} + \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - 3\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 3$ ,  $|\vec{q}| = 1$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{3\pi}{4}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(2;-4;1)$ ,  $B(6;0;-1)$ ,  $C(4;7;-9)$ ,  $D(2;-2;2)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 24.

1. Дано:  $\vec{a} = \vec{p} + 3\vec{q}$ ,  $\vec{b} = 3\vec{p} - \vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 3$ ,  $|\vec{q}| = 5$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{2\pi}{3}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-2;-5;3)$ ,  $B(2;-1;1)$ ,  $C(0;6;-7)$ ,  $D(0;4;-3)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 25.

1. Дано:  $\vec{a} = 3\vec{p} + \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - 3\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 7$ ,  $|\vec{q}| = 2$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{4}$

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(0;2;-4)$ ,  $B(4;6;-6)$ ,  $C(2;13;-14)$ ,  $D(0;4;-3)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 26.

1. Дано:  $\vec{a} = 5\vec{p} - \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + \vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 5$ ,  $|\vec{q}| = 3$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{5\pi}{6}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(-3;3;0)$ ,  $B(1;7;-2)$ ,  $C(-1;14;-10)$ ,  $D(-3;5;1)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 27.

1. Дано:  $\vec{a} = 3\vec{p} - 4\vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + 3\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 2$ ,  $|\vec{q}| = 3$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{4}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(1;2;0)$ ,  $B(-1;5;0)$ ,  $C(-1;2;6)$ ,  $D(1;5;8)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 28.

1. Дано:  $\vec{a} = 6\vec{p} - \vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} + 5\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = \frac{1}{2}$ ,  $|\vec{q}| = 4$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{5\pi}{6}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(0;1;0)$ ,  $B(-2;4;0)$ ,  $C(-2;1;6)$ ,  $D(0;4;8)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 29.

1. Дано:  $\vec{a} = 2\vec{p} + 3\vec{q}$ ,  $\vec{b} = \vec{p} - 2\vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 2$ ,  $|\vec{q}| = 1$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{3}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(0;1;1)$ ,  $B(-2;4;1)$ ,  $C(-2;1;7)$ ,  $D(0;4;9)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### Вариант 30.

1. Дано:  $\vec{a} = 2\vec{p} - 3\vec{q}$ ,  $\vec{b} = 5\vec{p} + \vec{q}$ ,  $|\vec{p}| = 2$ ,  $|\vec{q}| = 3$ ,  $\left(\vec{p}, \vec{q}\right) = \frac{\pi}{2}$ .

1) Найти скалярное произведение векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ .

2. Даны координаты вершин пирамиды  $ABCD$ :  $A(0;2;0)$ ,  $B(-2;5;0)$ ,  $C(-2;2;6)$ ,  $D(0;5;8)$ . Требуется:

1) записать векторы  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ , порождённые соответственно отрезками  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  и  $\overline{AD}$ , в декартовом базисе  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{k}$ ;

2) найти косинус угла между векторами  $\vec{b}$  и  $\vec{c}$ ;

3) найти проекцию вектора  $\vec{d}$  на вектор  $\vec{b}$ ;

4) найти площадь грани  $ABC$ ;

5) найти объём пирамиды  $ABCD$ .

### 3.1. Прямая линия на плоскости

**Пример решения задания 1.** Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(0;3)$ ,  $B(12;-6)$ ,  $C(10;8)$ . Сделать чертёж к задаче и найти: 1) длину стороны  $AB$ ; 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты; 3) тангенс угла  $A$ ; 4) уравнение высоты  $CD$ ; 5) координаты точки  $D$ ; 6) длину высоты  $CD$ , 7) уравнение медианы  $AE$ .

**Решение.** Сразу делаем чертёж (Рис.1).

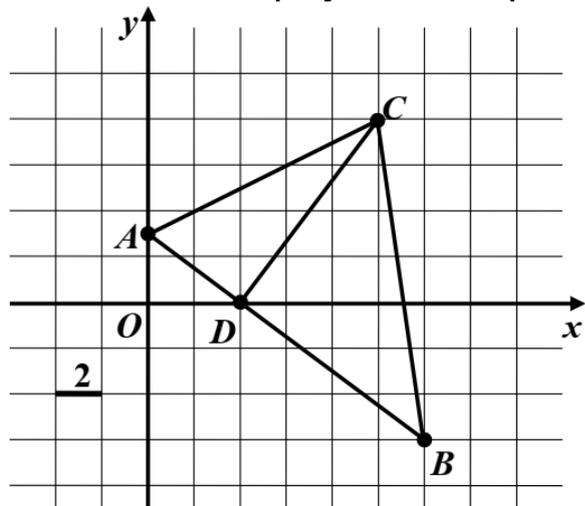


Рис.1. Треугольник  $ABC$  для примера решения задания 2. Сторона квадратной клетки равна 2 единицам длины.

1) Длину стороны  $AB$  находим по формуле расстояния между двумя точками на плоскости:

$$|\overline{AB}| = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} = \sqrt{(12 - 0)^2 + (-6 - 3)^2} = \sqrt{144 + 81} = 15.$$

2) Уравнения сторон находим как уравнения прямых, проходящих через две точки с координатами  $(x_1, y_1)$  и  $(x_2, y_2)$ :  $\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$ . Поэтому уравне-

ние прямой  $AB$  имеет вид:  $\frac{x - 0}{12 - 0} = \frac{y - 3}{-6 - 3}$ , упрощая которое получаем общее

уравнение прямой линии  $px + qy + r = 0$ , т.е. в нашем случае общее уравнение

прямой  $AB$  получим в виде:  $\frac{x}{4} = \frac{y - 3}{-3} \Leftrightarrow -3x = 4y - 12 \Leftrightarrow 3x + 4y - 12 = 0$ .

Выражая из этого уравнения переменную  $y$ , т.е. записывая уравнение в виде  $y = kx + b$ , получаем уравнение прямой линии с угловым коэффициентом  $k$ .

Для уравнения  $AB$  имеем после упрощений:  $y = -\frac{3}{4}x + 3$ . Отсюда находим угло-

вой коэффициент прямой  $AB$ :  $k_{AB} = -\frac{3}{4}$

Уравнение прямой  $AC$  имеет вид:  $\frac{x-0}{10-0} = \frac{y-3}{8-3}$ , упрощая которое полу-

чаем общее уравнение:  $\frac{x}{10} = \frac{y-3}{5} \Leftrightarrow x = 2y - 6 \Leftrightarrow x - 2y + 6 = 0$ . Отсюда

$$y = \frac{1}{2}x + 3, \quad k_{AC} = \frac{1}{2}.$$

3) Угол  $A$  – это внутренний угол треугольника  $ABC$ , образованный прямыми  $AB$  и  $AC$ , которые заданы своими уравнениями с угловыми коэффициентами:  $k_{AB} = -\frac{3}{4}$ ,  $k_{AC} = \frac{1}{2}$ .

По Рис.2 видим, что угол  $A$  острый, поэтому должно получиться  $tg A > 0$  (если угол  $A$  тупой, то  $tg A < 0$ ). В нашем примере чертежу соответствует формула:

$$tg A = \frac{k_{AC} - k_{AB}}{1 + k_{AB} \cdot k_{AC}}. \text{ Итак, получаем } tg A = \frac{\frac{1}{2} - \left(-\frac{3}{4}\right)}{1 + \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{3}{4}\right)} = \frac{\frac{10}{8}}{\frac{5}{8}} = 2.$$

4) Уравнение высоты  $CD$  будем искать в виде уравнения прямой, проходящей через данную точку  $C(x_C, y_C)$  с данным угловым коэффициентом  $k_{CD}$ :  $y - y_C = k_{CD} \cdot (x - x_C)$ . При этом воспользуемся условием перпендикулярности прямых линий  $AB$  и  $CD$ :  $k_{CD} = -\frac{1}{k_{AB}}$ . Отсюда:  $k_{CD} = -\frac{1}{k_{AB}} = \frac{4}{3}$ . Подставляем в

уравнение координаты точки  $C$  и угловой коэффициент  $k_{CD}$  и преобразуем уравнение  $CD$  к общей форме:

$$y - 8 = \frac{4}{3}(x - 10) \Leftrightarrow 3y - 24 = 4x - 40 \Leftrightarrow 4x - 3y - 16 = 0.$$

5) Точка  $D$  является точкой пересечения прямых  $AB$  и  $CD$ . Поэтому её координаты должны удовлетворить и уравнению прямой  $AB$ , и уравнению прямой  $CD$ , т.е. должны являться решением системы этих уравнений:

$$\begin{cases} 3x + 4y - 12 = 0, \\ 4x - 3y - 16 = 0. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 3x + 4y = 12, \\ 4x - 3y = 16. \end{cases}$$

Решим систему по формулам Крамера. Находим главный определитель си-

стемы:  $\Delta = \begin{vmatrix} 3 & 4 \\ 4 & -3 \end{vmatrix} = -25$ . Находим вспомогательные определители:

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} 12 & 4 \\ 16 & -3 \end{vmatrix} = -36 - 64 = -100, \quad \Delta_y = \begin{vmatrix} 3 & 12 \\ 4 & 16 \end{vmatrix} = 48 - 48 = 0.$$

Находим координаты точки  $D$ :  $x = \frac{\Delta_x}{\Delta} = \frac{-100}{-25} = 4$ ,  $y = \frac{\Delta_y}{\Delta} = \frac{0}{-25} = 0$ .

Значит, точка имеет координаты  $D(4;0)$ . Видим, что расчётные координаты совпали с координатами точки  $D$  на чертеже!

6) Длину высоты  $CD$  можно найти как длину отрезка  $\overline{CD}$ :

$$|\overline{CD}| = \sqrt{(x_D - x_C)^2 + (y_D - y_C)^2} = \sqrt{(4 - 10)^2 + (0 - 8)^2} = \sqrt{36 + 64} = 10.$$

Длину высоты  $CD$  можно найти также как расстояние от точки  $C(x_C, y_C)$  до прямой линии  $AB$ , заданной общим уравнением  $px + qy + r = 0$ , по формуле:

$$|\overline{CD}| = \frac{|px_C + qy_C + r|}{\sqrt{p^2 + q^2}}.$$

В нашем примере:  $|\overline{CD}| = \frac{|3 \cdot 10 + 4 \cdot 8 - 12|}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = \frac{50}{5} = 10$ . Видим, что резуль-

таты расчётов совпали.

7) Уравнение медианы  $AE$  найдём как уравнение прямой линии, проходящей через две данные точки:  $\frac{x - x_A}{x_E - x_A} = \frac{y - y_A}{y_E - y_A}$ . Найдём координаты точки  $E$

как середины отрезка  $BC$ :

$$x_E = \frac{x_B + x_C}{2} = \frac{12 + 10}{2} = 11, \quad y_E = \frac{y_B + y_C}{2} = \frac{-6 + 8}{2} = 1.$$

Получаем уравнение медианы  $AE$  и преобразуем его к форме общего уравнения прямой линии:

$$\frac{x - 0}{11 - 0} = \frac{y - 3}{1 - 3}, \quad \frac{x}{11} = \frac{y - 3}{-2}, \quad -2x = 11y - 33, \quad 2x + 11y - 33 = 0.$$

### 3.2. Прямая линия и плоскость в пространстве

**Пример решения задания 2.** Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(1;5;-7), M_2(-3;6;3), M_3(-2;7;3), M_0(1;-1;2).$$

**Решение.** Уравнение плоскости, проходящей через три данные точки  $M_1(x_1, y_1, z_1), M_2(x_2, y_2, z_2), M_3(x_3, y_3, z_3)$  можно записать с помощью определителя

$$\begin{vmatrix} x - x_1 & y - y_1 & z - z_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \end{vmatrix} = 0.$$

Подставляя в выражение для него координаты точек  $M_1, M_2, M_3$ , получим

$$\begin{vmatrix} x - 1 & y - 5 & z + 7 \\ -3 - 1 & 6 - 5 & 3 + 7 \\ -2 - 1 & 7 - 5 & 3 + 7 \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} x - 1 & y - 5 & z + 7 \\ -4 & 1 & 10 \\ -3 & 2 & 10 \end{vmatrix} = 0.$$

Разложим определитель по первой строке матрицы:

$$(x-1) \begin{vmatrix} 1 & 10 \\ 2 & 10 \end{vmatrix} - (y-5) \begin{vmatrix} -4 & 10 \\ -3 & 10 \end{vmatrix} + (z+7) \begin{vmatrix} -4 & 1 \\ -3 & 2 \end{vmatrix} = 0.$$

Вычисляя определители матриц второго порядка, получаем:

$$-10(x-1) + 10(y-5) - 5(z+7) = 0.$$

Сокращая слагаемые на (-5) и раскрывая скобки, приводим уравнение плоскости к общему виду  $Ax + By + Cz + D = 0$ :

$$2x - 2y + z + 15 = 0. \quad (1)$$

При составлении канонических уравнений прямой, проходящей через точку  $M_0(x_0, y_0, z_0)$  перпендикулярно найденной плоскости, учтём, что в качестве направляющего вектора прямой можно взять вектор нормали к плоскости  $\vec{n}(A, B, C)$ , как показано на Рис.4.

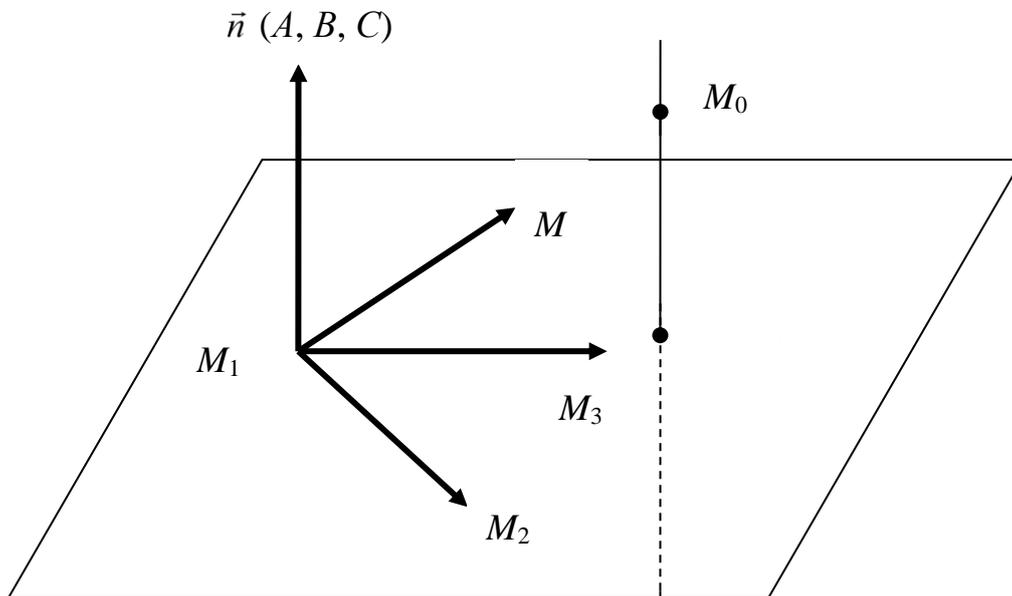


Рис.4. Геометрические образы для примера решения задания 3.

Тогда канонические уравнения прямой линии запишутся в виде

$$\frac{x - x_0}{A} = \frac{y - y_0}{B} = \frac{z - z_0}{C}.$$

Подставляя в эти уравнения координаты точки  $M_0$  и координаты вектора  $\vec{n}$ , получаем:

$$\frac{x-1}{2} = \frac{y+1}{-2} = \frac{z-2}{1}. \quad (2)$$

Чтобы найти координаты точки  $Q(x, y, z)$  пересечения прямой и плоскости, составим систему из уравнения плоскости (1) и из канонических уравнений прямой (2), введя в них параметр  $t$ :

$$\begin{cases} \frac{x-1}{2} = \frac{y+1}{-2} = \frac{z-2}{1} = t, \\ 2x - 2y + z + 15 = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Выразим  $x, y, z$  через  $t$  из первого уравнения системы (3), т.е. получим параметрические уравнения прямой:

$$x = 2t + 1, \quad y = -2t - 1, \quad z = t + 2. \quad (4)$$

Подставляем уравнения (4) в уравнение плоскости системы (3), чтобы далее разрешить полученное уравнение относительно  $t$ :

$$2(2t + 1) - 2(-2t - 1) + t + 2 + 15 = 0.$$

Раскрываем скобки и упрощаем:  $9t + 21 = 0$ . Находим  $t = -\frac{7}{3}$ .

Подставим найденное значение  $t$  в уравнения (4), получая тем самым координаты точки  $Q$ :  $x = -\frac{11}{3}, \quad y = \frac{11}{3}, \quad z = -\frac{1}{3}$ .

Итак, найдены уравнение искомой плоскости  $2x - 2y + z + 15 = 0$ , уравнения искомой прямой  $\frac{x-1}{2} = \frac{y+1}{-2} = \frac{z-2}{1}$ , координаты точки их пересечения  $Q\left(-\frac{11}{3}; \frac{11}{3}; -\frac{1}{3}\right)$ .

### ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 3 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

#### Вариант 1.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-8;-3), B(4;-12), C(8;10)$ . Найти:
  - 1) длину стороны  $AB$ ;
  - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
  - 3) тангенс угла  $A$ ;
  - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
  - 5) координаты точки  $D$ ;
  - 6) длину высоты  $CD$ ;
  - 7) уравнение медианы  $AE$ ;
  - 8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.  
 $M_1(-3;4;-7), M_2(1;5;-4), M_3(-5;-2;0), M_0(-12;7;-1)$ .

#### Вариант 2.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-8;-3), B(4;-12), C(8;10)$ . Найти:
  - 1) длину стороны  $AB$ ;
  - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
  - 3) тангенс угла  $A$ ;
  - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
  - 5) координаты точки  $D$ ;
  - 6) длину высоты  $CD$ ;
  - 7) уравнение медианы  $AE$ ;
  - 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(-3;4;-7), M_2(1;5;-4), M_3(-5;-2;0), M_0(-12;7;-1).$$

### Вариант 3.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-12;-1), B(0;-10), C(4;12)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(-3;-1;1), M_2(-9;1;-2), M_3(3;-5;4), M_0(-7;0;-1).$$

### Вариант 4.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-10;9), B(2;0), C(6;22)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(1;-1;1), M_2(-2;0;3), M_3(2;1;-1), M_0(-2;4;2).$$

### Вариант 5.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(0;2), B(12;-7), C(16;15)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(1;2;0), M_2(1;-1;2), M_3(0;1;-1), M_0(2;-1;4).$$

### Вариант 6.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-9;6), B(3;-3), C(7;19)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
  - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
  - 3) тангенс угла  $A$ ;
  - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
  - 5) координаты точки  $D$ ;
  - 6) длину высоты  $CD$ ;
  - 7) уравнение медианы  $AE$ ;
  - 8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.
- $$M_1(1;0;2), M_2(1;2;-1), M_3(2;-2;1), M_0(-5;-9;1).$$

### Вариант 7.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(1;0), B(13;-9), C(17;13)$ . Найти:
    - 1) длину стороны  $AB$ ;
    - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
    - 3) тангенс угла  $A$ ;
    - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
    - 5) координаты точки  $D$ ;
    - 6) длину высоты  $CD$ ;
    - 7) уравнение медианы  $AE$ ;
    - 8) сделать чертёж.
  2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.
- $$M_1(1;2;-3), M_2(1;0;1), M_3(-2;-1;6), M_0(3;-2;-9).$$

### Вариант 8.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-4;10), B(8;1), C(12;23)$ . Найти:
    - 1) длину стороны  $AB$ ;
    - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
    - 3) тангенс угла  $A$ ;
    - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
    - 5) координаты точки  $D$ ;
    - 6) длину высоты  $CD$ ;
    - 7) уравнение медианы  $AE$ ;
    - 8) сделать чертёж.
  2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.
- $$M_1(3;10;-1), M_2(-2;3;-5), M_3(-6;0;-3), M_0(-6;7;-10).$$

### Вариант 9.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(2;5), B(14;-4), C(18;18)$ . Найти:
  - 1) длину стороны  $AB$ ;
  - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
  - 3) тангенс угла  $A$ ;
  - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
  - 5) координаты точки  $D$ ;
  - 6) длину высоты  $CD$ ;

7) уравнение медианы  $AE$ ;

8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(-1;2;4), M_2(-1;-2;-4), M_3(3;0;-1), M_0(-2;3;5).$$

### Вариант 10.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-1;4), B(11;-5), C(15;17)$ . Найти:

1) длину стороны  $AB$ ;

2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;

3) тангенс угла  $A$ ;

4) уравнение высоты  $CD$ ;

5) координаты точки  $D$ ;

6) длину высоты  $CD$ ;

7) уравнение медианы  $AE$ ;

8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(0;-3;1), M_2(-4;1;2), M_3(2;-1;5), M_0(-3;4;-5).$$

### Вариант 11.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-2;7), B(10;-2), C(8;12)$ . Найти:

1) длину стороны  $AB$ ;

2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;

3) тангенс угла  $A$ ;

4) уравнение высоты  $CD$ ;

5) координаты точки  $D$ ;

6) длину высоты  $CD$ ;

7) уравнение медианы  $AE$ ;

8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(1;3;0), M_2(4;-1;2), M_3(3;0;1), M_0(4;3;0).$$

### Вариант 12.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-6;8), B(6;-1), C(4;13)$ . Найти:

1) длину стороны  $AB$ ;

2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;

3) тангенс угла  $A$ ;

4) уравнение высоты  $CD$ ;

5) координаты точки  $D$ ;

6) длину высоты  $CD$ ;

7) уравнение медианы  $AE$ ;

8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(-2;-1;-1), M_2(0;3;2), M_3(3;1;-4), M_0(-21;20;-16).$$

### Вариант 13.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-5;7)$ ,  $B(7;-2)$ ,  $C(11;20)$ . Найти:
  - 1) длину стороны  $AB$ ;
  - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
  - 3) тангенс угла  $A$ ;
  - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
  - 5) координаты точки  $D$ ;
  - 6) длину высоты  $CD$ ;
  - 7) уравнение медианы  $AE$ ;
  - 8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.  
 $M_1(2;-1;-2)$ ,  $M_2(1;2;1)$ ,  $M_3(5;0;-6)$ ,  $M_0(14;-3;7)$ .

### Вариант 14.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-10;5)$ ,  $B(2;-4)$ ,  $C(0;10)$ . Найти:
  - 1) длину стороны  $AB$ ;
  - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
  - 3) тангенс угла  $A$ ;
  - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
  - 5) координаты точки  $D$ ;
  - 6) длину высоты  $CD$ ;
  - 7) уравнение медианы  $AE$ ;
  - 8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.  
 $M_1(2;-4;-3)$ ,  $M_2(5;-6;0)$ ,  $M_3(-1;3;-3)$ ,  $M_0(2;-10;8)$ .

### Вариант 15.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-4;12)$ ,  $B(8;3)$ ,  $C(6;17)$ . Найти:
  - 1) длину стороны  $AB$ ;
  - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
  - 3) тангенс угла  $A$ ;
  - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
  - 5) координаты точки  $D$ ;
  - 6) длину высоты  $CD$ ;
  - 7) уравнение медианы  $AE$ ;
  - 8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.  
 $M_1(1;-1;2)$ ,  $M_2(2;1;2)$ ,  $M_3(1;1;4)$ ,  $M_0(-3;2;7)$ .

### Вариант 16.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-3;10)$ ,  $B(9;1)$ ,  $C(7;15)$ . Найти:
  - 1) длину стороны  $AB$ ;
  - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
  - 3) тангенс угла  $A$ ;
  - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
  - 5) координаты точки  $D$ ;

- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(1;3;6), M_2(2;2;1), M_3(-1;0;1), M_0(5;-4;5).$$

### Вариант 17.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(4;1), B(16;-8), C(14;6)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(-4;2;6), M_2(2;-3;0), M_3(-10;5;8), M_0(-12;1;8).$$

### Вариант 18.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-7;4), B(5;-5), C(3;9)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(7;2;4), M_2(7;-1;-2), M_3(-5;-2;-1), M_0(10;1;8).$$

### Вариант 19.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(0;3), B(12;-6), C(10;8)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(2;1;4), M_2(3;5;-2), M_3(-7;-3;2), M_0(-3;1;8).$$

### Вариант 20.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-5;9)$ ,  $B(7;0)$ ,  $C(5;14)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(-1;-5;2), M_2(-6;0;-3), M_3(3;6;-3), M_0(10;-8;-7).$$

### Вариант 21.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-7;6)$ ,  $B(2;-6)$ ,  $C(7;4)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(0;-1;-1), M_2(-2;3;5), M_3(1;-5;-9), M_0(-4;-13;6).$$

### Вариант 22.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-5;7)$ ,  $B(4;-5)$ ,  $C(9;5)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(5;2;0), M_2(2;5;0), M_3(1;2;4), M_0(-3;-6;-8).$$

### Вариант 23.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-3;5)$ ,  $B(6;-7)$ ,  $C(11;3)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;

- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(2; -1; -2), M_2(1; 2; 1), M_3(5; 0; -6), M_0(14; -3; 7).$$

### Вариант 24.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-6; 10), B(3; -2), C(8; 8)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(-2; 0; -4), M_2(-1; 7; 1), M_3(4; -8; -4), M_0(-6; 5; 5).$$

### Вариант 25.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-4; 8), B(5; -4), C(10; 6)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(14; 4; 5), M_2(-5; -3; 2), M_3(-2; -6; -3), M_0(-1; -8; 7).$$

### Вариант 26.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-8; 9), B(1; -3), C(6; 7)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(1;2;0), M_2(3;0;-3), M_3(5;2;6), M_0(-13;-8;16).$$

### Вариант 27.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-9;12), B(0;0), C(5;10)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(2;-1;2), M_2(1;2;-1), M_3(3;2;1), M_0(-5;3;7).$$

### Вариант 28.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-2;11), B(7;-1), C(12;9)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(1;1;2), M_2(-1;1;3), M_3(2;-2;4), M_0(2;3;8).$$

### Вариант 29.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(-1;4), B(8;-8), C(13;2)$ . Найти:

- 1) длину стороны  $AB$ ;
- 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
- 3) тангенс угла  $A$ ;
- 4) уравнение высоты  $CD$ ;
- 5) координаты точки  $D$ ;
- 6) длину высоты  $CD$ ;
- 7) уравнение медианы  $AE$ ;
- 8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$$M_1(2;3;1), M_2(4;1;-2), M_3(6;3;7), M_0(-5; -4; 3).$$

### Вариант 30.

1. Даны координаты вершин треугольника  $ABC$ :  $A(1;3)$ ,  $B(10;-9)$ ,  $C(15;1)$ . Найти:
  - 1) длину стороны  $AB$ ;
  - 2) уравнения сторон  $AB$  и  $AC$  и их угловые коэффициенты;
  - 3) тангенс угла  $A$ ;
  - 4) уравнение высоты  $CD$ ;
  - 5) координаты точки  $D$ ;
  - 6) длину высоты  $CD$ ;
  - 7) уравнение медианы  $AE$ ;
  - 8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки  $M_1, M_2, M_3, M_0$ . Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки  $M_1, M_2, M_3$ . Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку  $M_0$  перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.  
 $M_1(1;1;-1)$ ,  $M_2(2;3;1)$ ,  $M_3(3;2;1)$ ,  $M_0(-3;-7;6)$ .

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 4 «ПРЕДЕЛ И НЕПРЕРЫВНОСТЬ ФУНКЦИЙ»

### 4.1. Доказательство пределов по определению

Пусть дана числовая функция  $f(x)$  с областью определения  $D(f)$ . Пусть точка  $K$  является предельной точкой области определения функции. Точка  $K$  либо не принадлежит, либо принадлежит  $D(f)$ . При этом  $K \in \mathbb{K}$ ,  $\mathbb{K} = \{a, a-0, a+0, -\infty, +\infty, \infty\}$ . Пусть также  $\lambda \in \Lambda$ , где  $\Lambda = \{b, -\infty, +\infty, \infty\}$ . Введём определение новой функции «предел функции  $f(x)$  в предельной точке ... её области определения», понимаемой с точки зрения алгоритмики как операция предельного перехода.

**Определение.** Обычное или несобственное число  $\lambda$  называют *пределом функции  $f(x)$  в предельной точке  $K$  её области определения  $D(f)$*  и пишут  $\lim_{x \rightarrow K} f(x) = \lambda$ , если для любого положительного числа  $\varepsilon$  найдётся такое положительное число  $\delta$ , что для всех  $x$ , удовлетворяющих условиям  $x \in D(f)$  и  $x \in \dot{U}_\delta(K)$ , выполняется заключение  $f(x) \in U_\varepsilon(\lambda)$ .

Это определение можно записать кратко (здесь 24 определения в одном):  
 $\lim_{x \rightarrow K} f(x) = \lambda$ , если  $(\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(\forall x)(x \in D(f) \wedge x \in \dot{U}_\delta(K) \rightarrow f(x) \in U_\varepsilon(\lambda))$ .

**Замечание к определению.** Смысл определения состоит в том, что если число  $K$  является предельной точкой области определения функции, то число  $\lambda$  является точкой прикосновения для значений функции  $f(x)$ , т.е. число  $\lambda$  будет либо предельной точкой значений функции  $f(x)$ , либо изолированной точкой значений функции  $f(x)$ , если  $f(x) = const = \lambda$ .

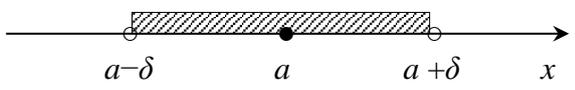
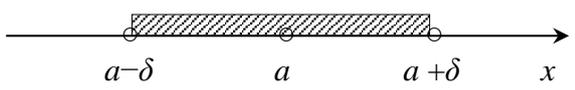
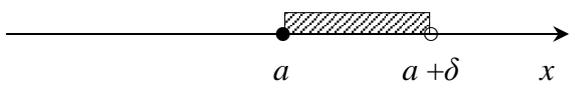
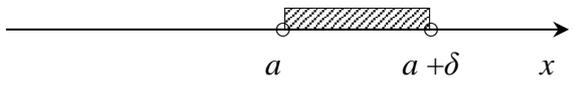
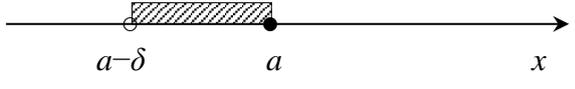
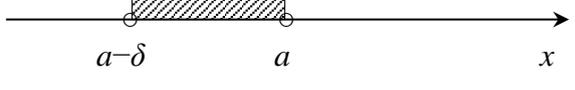
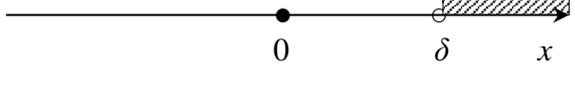
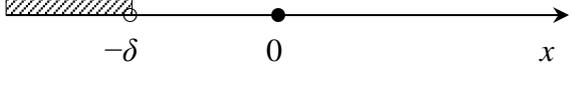
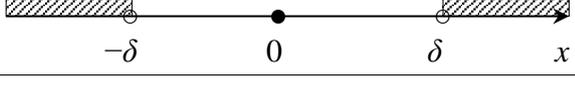
Для доказательства пределов удобно истинность предложения  $(\forall x)(x \in D(f) \wedge x \in \dot{U}_\delta(K) \rightarrow f(x) \in U_\varepsilon(\lambda))$  выражать с помощью логического

следования  $x \in D(f) \wedge x \in \dot{U}_\delta(\kappa) \Rightarrow f(x) \in U_\varepsilon(\lambda)$ . Для элементарных функций выколота  $\delta$ -окрестность точки  $\kappa$  является частью области определения функции. Поэтому определение предела можно записать так:

$$\lim_{x \rightarrow \kappa} f(x) = \lambda, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(x \in \dot{U}_\delta(\kappa) \Rightarrow f(x) \in U_\varepsilon(\lambda)).$$

Кроме того, принадлежность точек (чисел) окрестности лучше выражать неравенством для этих чисел, руководствуясь таблицей 1.

Таблица 1 – Окрестности и выколотые  $\delta$ -окрестности обычных и несобственных чисел

Окрестности точек (чисел) выделены штриховкой; $\delta \in R, \delta > 0, R$ – множество действительных чисел. Выколотые точки изображены как « $\circ$ », выделенные не выколотые точки изображены как « $\bullet$ ».	Обозначения окрестностей, их представление в виде числовых промежутков (выкальвание отмечено точкой сверху над $U$ )	Неравенства для значений переменных $x$ для соответствующих окрестностей
	$U_\delta(a) = (a - \delta, a + \delta)$	$a - \delta < x < a + \delta$ , т.е. $ x - a  < \delta$
	$\dot{U}_\delta(a) = (a - \delta, a) \cup (a, a + \delta)$	$a - \delta < x < a$ или $a < x < a + \delta$ , т.е. $0 <  x - a  < \delta$
	$U_\delta(a+0) = [a, a + \delta)$	$a \leq x < a + \delta$
	$\dot{U}_\delta(a+0) = (a, a + \delta)$	$a < x < a + \delta$
	$U_\delta(a-0) = (a - \delta, a]$	$a - \delta < x \leq a$
	$\dot{U}_\delta(a-0) = (a - \delta, a)$	$a - \delta < x < a$
	$U_\delta(+\infty) = \dot{U}_\delta(+\infty) = (\delta, +\infty)$	$x > \delta$
	$U_\delta(-\infty) = \dot{U}_\delta(-\infty) = (-\infty, -\delta)$	$x < -\delta$
	$U_\delta(\infty) = \dot{U}_\delta(\infty) = (-\infty, -\delta) \cup (\delta, +\infty)$	$ x  > \delta$

Приведём несколько примеров записи определений в указанном стиле.

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(0 < |x - a| < \delta \Rightarrow |f(x) - b| < \varepsilon).$$

$$\lim_{x \rightarrow a-0} f(x) = b, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(a - \delta < x < a \Rightarrow |f(x) - b| < \varepsilon).$$

$$\lim_{x \rightarrow a+0} f(x) = b, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(a < x < a + \delta \Rightarrow |f(x) - b| < \varepsilon).$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = b, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(x < -\delta \Rightarrow |f(x) - b| < \varepsilon).$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = b, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(x > \delta \Rightarrow |f(x) - b| < \varepsilon).$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = b, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(|x| > \delta \Rightarrow |f(x) - b| < \varepsilon).$$

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = -\infty, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(0 < |x - a| < \delta \Rightarrow f(x) < -\varepsilon).$$

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = +\infty, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(0 < |x - a| < \delta \Rightarrow f(x) > \varepsilon).$$

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(0 < |x - a| < \delta \Rightarrow |f(x)| > \varepsilon).$$

Остальные определения составляются по аналогии с приведёнными выше определениями. Рассмотрим несколько примеров.

**Пример 1.** Доказать, что  $\lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{1}{2}x + 1 \right) = \frac{3}{2}$ .

Вообще, доказать, что  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$  означает, что для любого положительного числа  $\varepsilon$  нужно найти такое положительное число  $\delta$ , что из неравенства  $0 < |x - a| < \delta$  следует неравенство  $|f(x) - b| < \varepsilon$ .

Вернёмся к начальной задаче.

Возьмём любое положительное число  $\varepsilon$ . Составим заключительное неравенство и рассмотрим цепочку равносильных неравенств:

$$\left| \left( \frac{1}{2}x + 1 \right) - \frac{3}{2} \right| < \varepsilon \Leftrightarrow \left| \frac{1}{2}x - \frac{1}{2} \right| < \varepsilon \Leftrightarrow |x - 1| < 2\varepsilon. \quad (1)$$

Возьмём  $\delta = 2\varepsilon$ . Тогда по цепочке (1) выполняется также следование:

$$|x - 1| < \delta = 2\varepsilon \Rightarrow \left| \left( \frac{1}{2}x + 1 \right) - \frac{3}{2} \right| < \varepsilon.$$

Кроме этого, очевидно, что выполнено следование  $0 < |x - 1| < \delta \Rightarrow |x - 1| < \delta$ .

Поэтому доказано, что для любого положительного числа  $\varepsilon$  найдено такое положительное число  $\delta = 2\varepsilon$ , что из неравенства  $0 < |x - 1| < \delta$  следует неравен-

ство  $\left| \left( \frac{1}{2}x + 1 \right) - \frac{3}{2} \right| < \varepsilon$ . Это и значит, что  $\lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{1}{2}x + 1 \right) = \frac{3}{2}$ . Доказано.

**Пример 2.** Доказать, что  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^3} = -\infty$ .

Распишем определение для этого случая.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^3} = -\infty, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0) \left( -\delta < x < 0 \Rightarrow \frac{1}{x^3} < -\varepsilon \right).$$

Возьмём любое положительное число  $\varepsilon$ . Составим заключительное неравенство и рассмотрим цепочку равносильных неравенств:

$$\frac{1}{x^3} < -\varepsilon \Leftrightarrow \frac{1}{x} < -\sqrt[3]{\varepsilon} \Leftrightarrow -\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}x} > 1 \Leftrightarrow \begin{cases} x < 0, \\ -\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}} < x, \end{cases} \Leftrightarrow -\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}} < x < 0. \quad (2)$$

Возьмём  $\delta = \frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}}$ . Тогда по цепочке (2) выполняется также следование:

$$-\delta = -\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}} < x < 0 \Rightarrow \frac{1}{x^3} < -\varepsilon.$$

Поэтому доказано, что для любого положительного числа  $\varepsilon$  найдено такое положительное число  $\delta = \frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}}$ , что из неравенства  $-\delta < x < 0$  следует неравен-

ство  $\frac{1}{x^3} < -\varepsilon$ . Это и значит, что  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^3} = -\infty$ . Доказано.

**Пример 3.** Доказать, что  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x-1}{x+1} = 2$ .

Распишем определение для этого случая.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x-1}{x+1} = 2, \text{ если } (\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0) \left( |x| > \delta \Rightarrow \left| \frac{2x-1}{x+1} - 2 \right| < \varepsilon \right).$$

Возьмём любое положительное число  $\varepsilon$ . Составим заключительное неравенство и рассмотрим цепочку равносильных неравенств и следований:

$$\begin{aligned} \left| \frac{2x-1}{x+1} - 2 \right| < \varepsilon &\Leftrightarrow \left| \frac{2x-1-2x-2}{x+1} \right| < \varepsilon \Leftrightarrow \left| \frac{-3}{x+1} \right| < \varepsilon \Leftrightarrow \frac{3}{|x+1|} < \varepsilon \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} |x| > 1, \\ |x+1| \geq |x|-1, \\ \frac{3}{|x+1|} \leq \frac{3}{|x|-1}, \\ \frac{3}{|x|-1} < \varepsilon, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} |x| > 1, \\ \frac{3}{|x|-1} < \varepsilon, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} |x| > 1, \\ \frac{3}{\varepsilon} < |x|-1, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} |x| > 1, \\ \frac{3}{\varepsilon} + 1 < |x|, \end{cases} \Leftrightarrow |x| > 1 + \frac{3}{\varepsilon}. \end{aligned} \quad (3)$$

Возьмём  $\delta = 1 + \frac{3}{\varepsilon}$ . Тогда по цепочке (3) выполняется также следование:

$$|x| > \delta = 1 + \frac{3}{\varepsilon} \Rightarrow \left| \frac{2x-1}{x+1} - 2 \right| < \varepsilon.$$

Поэтому доказано, что для любого положительного числа  $\varepsilon$  найдено такое положительное число  $\delta = 1 + \frac{3}{\varepsilon}$ , что из неравенства  $|x| > \delta$  следует неравенство  $\left| \frac{2x-1}{x+1} - 2 \right| < \varepsilon$ . Это и значит, что  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x-1}{x+1} = 2$ . Доказано.

## 4.2. Техника вычисления пределов значений функций

**Пример решения задания 2.** Найти указанные пределы:

$$a) \lim_{x \rightarrow 1} \frac{4x^2 - 7x + 3}{2x^2 - x - 1}; \quad б) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3 - 2x - 3x^2}{x^2 + 4x + 1}; \quad в) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arcsin 6x}{3x}; \quad г) \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{-2x + 3}{-2x - 1} \right)^{5x-3}.$$

**Решение.** а) Непосредственная подстановка значения  $x = 1$  даёт неопределённость вида  $\frac{0}{0}$ :  $\frac{4 \cdot 1^2 - 7 \cdot 1 + 3}{2 \cdot 1^2 - 1 - 1} = \frac{0}{0}$ . Разложим числитель и знаменатель дроби

на множители. Ясно, что одним из множителей будет  $(x - 1)$ . Второй множитель можно получить либо пользуясь формулой разложения квадратного трёхчлена на множители, найдя его корни  $x_1, x_2$ ,  $ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2)$ , либо делением уголком квадратного трёхчлена на  $(x - 1)$ . Применим для числителя первый способ, для знаменателя – второй. Решим уравнение  $4x^2 - 7x + 3 = 0$ :  $D = b^2 - 4ac$ ,  $D = 7^2 - 4 \cdot 4 \cdot 3 = 1$ ,  $\sqrt{D} = 1$ ,  $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$ ,  $x_{1,2} = \frac{7 \pm 1}{8}$ ,  $x_1 = \frac{3}{4}$ ,  $x_2 = 1$ . Получаем разложение числителя:

$$4x^2 - 7x + 3 = 4 \left( x - \frac{3}{4} \right) (x - 1) = (4x - 3)(x - 1).$$

Для знаменателя осуществим деление уголком:

$$\begin{array}{r} \frac{-2x^2 - x - 1}{2x^2 - 2x} \quad \left| \frac{x - 1}{2x + 1} \right. \\ \hline \quad -x - 1 \\ \quad \quad x - 1 \\ \hline \quad \quad \quad 0 \end{array}$$

В итоге находим предел:

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{4x^2 - 7x + 3}{2x^2 - x - 1} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(4x - 3)(x - 1)}{(2x + 1)(x - 1)} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{4x - 3}{2x + 1} = \frac{4 \cdot 1 - 3}{2 \cdot 1 + 1} = \frac{1}{3}.$$

б) Здесь имеется неопределённость вида  $\frac{\infty}{\infty}$ . Для её раскрытия поделим числитель и знаменатель на  $x$  в старшей степени, т.е. на  $x^2$ , и учтём, что выражения вида  $\frac{k}{x^\alpha}$  имеют своим пределом число 0 при условии, что  $x \rightarrow \infty$  и  $\alpha > 0$

:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3 - 2x - 3x^2}{x^2 + 4x + 1} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{3}{x^2} - \frac{2x}{x^2} - \frac{3x^2}{x^2}}{\frac{x^2}{x^2} + \frac{4x}{x^2} + \frac{1}{x^2}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{3}{x^2} - \frac{2}{x} - 3}{1 + \frac{4}{x} + \frac{1}{x^2}} = \frac{0 - 0 - 3}{1 + 0 + 0} = -3.$$

в) Непосредственная подстановка значения  $x=0$  даёт неопределенность вида  $\frac{0}{0}$ . Здесь воспользуемся первым замечательным пределом в форме

$$\lim_{t \rightarrow 0} \frac{\sin t}{t} = 1, \text{ после замены переменной } t = \arcsin 6x, t \rightarrow 0 \text{ при } x \rightarrow 0, x = \frac{1}{6} \sin t:$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arcsin 6x}{3x} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{t}{\frac{1}{2} \sin t} = 2 \lim_{t \rightarrow 0} \left( \frac{\sin t}{t} \right)^{-1} = 2 \left( \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\sin t}{t} \right)^{-1} = 2 \cdot 1^{-1} = 2. \text{ Здесь}$$

также воспользовались тем, что можно проникать знаком предела под знак непрерывной функции.

г) Имеем неопределённость  $1^\infty$ , для раскрытия которой применим второй замечательный предел в форме  $\lim_{\substack{x \rightarrow \infty \\ (A(x) \rightarrow \infty)}} \left( 1 + \frac{1}{A(x)} \right)^{A(x)} = e$ , полагая здесь, что

$A(x) = \frac{-2x-1}{4}$ . Найдём предел, осуществляя тождественные преобразования и пользуясь обычными свойствами пределов:

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{-2x+3}{-2x-1} \right)^{5x-3} &= \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{-2x-1+4}{-2x-1} \right)^{5x-3} = \lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{\frac{-2x-1}{4}} \right)^{\frac{-2x-1}{4} \cdot \frac{4}{-2x-1} \cdot (5x-3)} = \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \left( 1 + \frac{1}{\frac{-2x-1}{4}} \right)^{\frac{-2x-1}{4}} \right)^{\frac{20x-12}{-2x-1}} = \left( \lim_{\substack{x \rightarrow \infty \\ \left( \frac{-2x-1}{4} \rightarrow \infty \right)}} \left( 1 + \frac{1}{\frac{-2x-1}{4}} \right)^{\frac{-2x-1}{4}} \right)^{\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{20x-12}{-2x-1}} = e^{-10}. \end{aligned}$$

При этом учтено, что  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{20x-12}{-2x-1} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{20 - \frac{12}{x}}{-2 - \frac{1}{x}} = \frac{20}{-2} = -10$ .

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 4 ДЛЯ  
ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА**

<p align="center"><b>Вариант 1</b></p> <p>1. Доказать по определению, что <math>\lim_{x \rightarrow \infty} x^2 = +\infty</math>.</p> <p>2. Вычислить пределы:</p> <p>а) <math>\lim_{x \rightarrow 2} \frac{3x^2 - 5x - 2}{2x^2 - x - 6}</math>; б) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^2 - 3x + 1}{3x^2 + x + 4}</math>;</p> <p>в) <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arctg 2x}{4x}</math>; г) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{2x - 3}{2x + 5} \right)^{x-1}</math>.</p>	<p align="center"><b>Вариант 2</b></p> <p>1. Доказать по определению, что <math>\lim_{x \rightarrow +\infty} \sqrt{x} = +\infty</math>.</p> <p>2. Вычислить пределы:</p> <p>а) <math>\lim_{x \rightarrow -5} \frac{2x^2 + 15x + 25}{5 - 4x - x^2}</math>; б) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5x^2 - 2x + 1}{2x^2 + x - 3}</math>;</p> <p>в) <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 4x}{2 \arcsin^2 2x}</math>; г) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{3x + 2}{3x - 4} \right)^{2-x}</math>.</p>
--	---

<p align="center"><b>Вариант 3</b></p> <p>1. Доказать по определению, что <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^2} = 0</math>.</p> <p>2. Вычислить пределы:</p> <p>а) <math>\lim_{x \rightarrow -1} \frac{4x^2 + 7x + 3}{2x^2 + x - 1}</math>; б) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3 - 2x - x^2}{x^2 + 4x + 1}</math>;</p> <p>в) <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arcsin 2x}{4x}</math>; г) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{4x + 3}{4x - 1} \right)^{2x-3}</math>.</p>	<p align="center"><b>Вариант 4</b></p> <p>1. Доказать по определению, что <math>\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{1}{\sqrt{x}} = 0</math>.</p> <p>2. Вычислить пределы:</p> <p>а) <math>\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2x^2 - 9x + 9}{x^2 - 5x + 6}</math>; б) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2 - 5x + 4}{x^3 - x + 1}</math>;</p> <p>в) <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{\operatorname{tg} 5x}</math>; г) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{2x + 5}{2x - 1} \right)^{3-x}</math>.</p>
--	---

<p align="center"><b>Вариант 5</b></p> <p>1. Доказать по определению, что <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^2} = +\infty</math>.</p> <p>2. Вычислить пределы:</p> <p>а) <math>\lim_{x \rightarrow 4} \frac{5x - x^2 - 4}{x^2 - 2x - 8}</math>; б) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^2 + x - 4}{3 + x - 4x^2}</math>;</p> <p>в) <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg}^2 x}{x \sin 2x}</math>; г) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{5x - 1}{5x + 4} \right)^{2x+1}</math>.</p>	<p align="center"><b>Вариант 6</b></p> <p>1. Доказать по определению, что <math>\lim_{x \rightarrow +0} \frac{1}{\sqrt{x}} = +\infty</math>.</p> <p>2. Вычислить пределы:</p> <p>а) <math>\lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^2 - 2x - 8}{2x^2 + 5x + 2}</math>; б) <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} x - \sin x}{x^3}</math>;</p> <p>в) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 7x + 1}{3x^2 + x + 3}</math>; г) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{3x - 1}{3x - 4} \right)^{2x}</math>.</p>
---	--

<p align="center"><b>Вариант 7</b></p> <p>1. Доказать по определению, что <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{\sqrt[3]{x}} = \infty</math>.</p> <p>2. Вычислить пределы:</p> <p>а) <math>\lim_{x \rightarrow 1} \frac{3x^2 - 2x - 1}{x^2 - 4x + 3}</math>; б) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2 + 5x + 4}{2x^2 - x + 1}</math>;</p> <p>в) <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 3x}{\operatorname{tg}^2 2x}</math>; г) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{2x - 7}{2x - 3} \right)^{4x+1}</math>.</p>	<p align="center"><b>Вариант 8</b></p> <p>1. Доказать по определению, что <math>\lim_{x \rightarrow +0} \frac{1}{x^3} = +\infty</math>.</p> <p>2. Вычислить пределы:</p> <p>а) <math>\lim_{x \rightarrow -3} \frac{6 - x - x^2}{3x^2 + 8x - 3}</math>; б) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^3 - 2x + 1}{3x^2 + 4x + 2}</math>;</p> <p>в) <math>\lim_{x \rightarrow 0} \frac{3x}{\arcsin 6x}</math>; г) <math>\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{4x + 1}{4x - 3} \right)^{1-2x}</math>.</p>
---	---

<b>Вариант 9</b>	<b>Вариант 10</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow +\infty} 2^x = +\infty$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow -\infty} 2^x = 0$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - 1}{5x^2 - 4x - 1}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5 - 2x - 3x^2}{x^2 + x + 3}$ ;	а) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 + 2x - 8}{8 - x^3}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 3x + 4}{2x^3 + 5x - 1}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 6x}{x \sin 3x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{5x - 2}{5x + 3} \right)^{3-2x}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} \sin 3x \cdot \operatorname{ctg} 5x$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x - 2}{x + 3} \right)^{4-x}$ .

<b>Вариант 11</b>	<b>Вариант 12</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow +\infty} \left( \frac{1}{2} \right)^x = 0$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow -\infty} \left( \frac{1}{2} \right)^x = +\infty$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 - x - 6}{x^2 - 6x + 9}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^2 - 4}{\sqrt{1 - 4x} - 3}$ ;	а) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4x + 4}{x^2 - 4}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{\sqrt{2x + 3} - 3}{x^2 - 9}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \operatorname{tg} x}{1 - \cos 4x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 - \frac{3}{x + 4} \right)^{1-2x}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{arctg} 3x}{6x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 - \frac{2}{4x - 3} \right)^{4x+1}$ .

<b>Вариант 13</b>	<b>Вариант 14</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow +\infty} \log_2 x = +\infty$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow +0} \log_2 x = -\infty$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^3 + 8}{x^2 + x - 2}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{\sqrt{x} - 2}{x^2 - 6x + 8}$ ;	а) $\lim_{x \rightarrow 5} \frac{x^2 - 7x + 10}{x^2 - 10x + 25}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x + 1}{\sqrt{3x + 7} - 2}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg}^2 x}{5x^2}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 - \frac{2}{2x + 5} \right)^{1-3x}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} x \operatorname{ctg} 4x$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{4}{4x + 1} \right)^{2x-3}$ .

<b>Вариант 15</b>	<b>Вариант 16</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow +\infty} \log_{\frac{1}{2}} x = -\infty$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow +0} \log_{\frac{1}{2}} x = +\infty$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow 5} \frac{(x - 5)^2}{x^2 - 3x - 10}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x + 3} - 2}{\sqrt{x} - 1}$ ;	а) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 - 6x + 9}{x^3 - 27}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - x - 2}{\sqrt{4x + 1} - 3}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 4x}{\operatorname{tg} x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 - \frac{2}{3x - 2} \right)^{6x+1}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{x^2}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow 1} (4 - 3x)^{\frac{x}{x-1}}$ .

<b>Вариант 17</b>	<b>Вариант 18</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow 1} (2x + 3) = 5$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow 1} (3x + 2) = 5$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 + x - 3}{x^2 - 2x + 1}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{9x^2 + 4x} - 3x)$	а) $\lim_{x \rightarrow -3} \frac{2x^2 + 5x - 3}{3x^2 + 11x + 6}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow 5} \frac{x^2 - 25}{\sqrt{2x - 1} - 3}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 6x}{3x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow 2} (5 - 2x)^{\frac{x}{x-2}}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} 3x}{\sin 5x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow 3} (7 - 2x)^{\frac{2}{x-3}}$ .

<b>Вариант 19</b>	<b>Вариант 20</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow \infty} x^4 = +\infty$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow 3} (2x + 1) = 7$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{2x^2 + 3x - 2}{(x + 2)^2}$ , б) $\lim_{x \rightarrow \infty} (2x - \sqrt{4x^2 + 3x})$ ,	а) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x-1)^2}{4x^2 + x - 5}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow -3} \frac{\sqrt{1-x} - 2}{4 - \sqrt{1-5x}}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{4x}{\operatorname{arctg} 2x}$ , з) $\lim_{x \rightarrow -1} (2x + 3)^{\frac{1}{1+x}}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 2x}{x^2}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow -2} (2x + 5)^{\frac{3}{x+2}}$ .

<b>Вариант 21</b>	<b>Вариант 22</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow 3} (3x + 1) = 10$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow 2} (2x - 1) = 3$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{3x^2 - 5x - 2}{2x^2 - x - 6}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5x^2 - 2x + 1}{2x^2 + x - 3}$ ;	а) $\lim_{x \rightarrow -5} \frac{2x^2 + 15x + 25}{5 - 4x - x^2}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^2 - 3x + 1}{3x^2 + x + 4}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arcsin 2x}{4x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{4x + 3}{4x - 1} \right)^{2x-3}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{arctg} 2x}{4x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{2x + 5}{2x - 1} \right)^{3-x}$ .

<b>Вариант 23</b>	<b>Вариант 24</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow 3} (-2x + 1) = -5$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow 1} (2x + 1) = 3$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{5x - x^2 - 4}{x^2 - 2x - 8}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^3 - 2x + 1}{3x^3 + 4x + 2}$ ;	а) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - 1}{5x^2 - 4x - 1}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 3x + 4}{2x^3 + 5x - 1}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 3x}{\operatorname{tg}^2 2x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{4x + 1}{4x - 1} \right)^{1-2x}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \cdot \operatorname{tg} x}{1 - \cos 4x}$ ; з) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 - \frac{2}{4x - 3} \right)^{4x+1}$ .

<b>Вариант 25</b>	<b>Вариант 26</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow +\infty} \log_3 x = +\infty$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow +0} \log_3 x = -\infty$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 + 2x - 8}{8 - x^3}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^2 - 4}{\sqrt{1 - 4x} - 3}$ ;	а) $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{2x^2 + 3x - 2}{(x + 2)^2}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{9x^2 + 4x} - 3x)$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arctg 3x}{6x}$ ; г) $\lim_{x \rightarrow 3} (7 - 2x)^{\frac{2}{x-3}}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} x \cdot ctg 4x$ ; г) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{2}{3x - 2}\right)^{6x+1}$ .

<b>Вариант 27</b>	<b>Вариант 28</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow +\infty} 4^x = +\infty$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow -\infty} 4^x = 0$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow 5} \frac{x^2 - 7x + 10}{x^2 - 10x + 25}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x+3} - 2}{\sqrt{x} - 1}$ ;	а) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{3x^2 - 2x - 1}{x^2 - 4x + 3}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1 - 6x + x^2}{5x^2 + 2x - 1}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{x^2}$ ; г) $\lim_{x \rightarrow -1} (2x + 3)^{\frac{1}{x+1}}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{tg^2 x}{x \cdot \sin 2x}$ ; г) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{3}{x+4}\right)^{1-2x}$ .

<b>Вариант 29</b>	<b>Вариант 30</b>
1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow \infty} x^3 = \infty$ .	1. Доказать по определению, что $\lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt[3]{x} = \infty$ .
2. Вычислить пределы:	2. Вычислить пределы:
а) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4x + 4}{x^2 - 4}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow -3} \frac{\sqrt{1-x} - 2}{4 - \sqrt{1-5x}}$ ;	а) $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^3 + 8}{x^2 + x - 2}$ ; б) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x+3} - 2}{\sqrt{x} - 1}$ ;
в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 6x}{3x}$ ; г) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{2x-3}{2x+5}\right)^{x-1}$ .	в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x tg x}{1 - \cos 4x}$ ; г) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x-2}{x+3}\right)^{4-x}$ .

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 5 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ»

Для нахождения производной элементарной функции (элементарного отношения функциональной зависимости) достаточно воспользоваться следующей информацией:

1. Таблицей производных основных элементарных функций.
2. Таблицей производных сложных основных элементарных функций.
3. Правилами дифференцирования суммы, произведения, частного с частыми случаями этих правил.
4. Формулой логарифмического дифференцирования для показательных функций и громоздких произведений и частных со степенями и корнями.

Ниже даны эти таблицы, правила и формулы.

**Таблица производных основных элементарных функций:**

**Таблица производных сложных элементарных функций, где  $u = \varphi(x)$ :**

1.  $C' = 0$
2.  $x' = 1$
3.  $(x^n)' = n \cdot x^{n-1}$

4.  $(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$

5.  $\left(\frac{1}{x}\right)' = -\frac{1}{x^2}$

6.  $(a^x)' = a^x \cdot \ln a$

7.  $(e^x)' = e^x$

8.  $(\log_a |x|)' = \frac{1}{x \cdot \ln a}$

9.  $(\ln |x|)' = \frac{1}{x}$

10.  $(\sin x)' = \cos x$

11.  $(\cos x)' = -\sin x$

12.  $(tg x)' = \frac{1}{\cos^2 x}$

13.  $(ctg x)' = -\frac{1}{\sin^2 x}$

14.  $(\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$

15.  $(\arccos x)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$

16.  $(\operatorname{arctg} x)' = \frac{1}{1+x^2}$

17.  $(\operatorname{arcctg} x)' = -\frac{1}{1+x^2}$

1.  $C' = 0$

2.  $x' = 1$

3.  $(u^n)' = n \cdot u^{n-1} \cdot u'$

4.  $(\sqrt{u})' = \frac{1}{2\sqrt{u}} \cdot u'$

5.  $\left(\frac{1}{u}\right)' = -\frac{1}{u^2} \cdot u'$

6.  $(a^u)' = a^u \cdot \ln a \cdot u'$

7.  $(e^u)' = e^u \cdot u'$

8.  $(\log_a |u|)' = \frac{1}{u \cdot \ln a} \cdot u'$

9.  $(\ln |u|)' = \frac{1}{u} \cdot u'$

10.  $(\sin u)' = \cos u \cdot u'$

11.  $(\cos u)' = -\sin u \cdot u'$

12.  $(tg u)' = \frac{1}{\cos^2 u} \cdot u'$

13.  $(ctg u)' = -\frac{1}{\sin^2 u} \cdot u'$

14.  $(\arcsin u)' = \frac{1}{\sqrt{1-u^2}} \cdot u'$

15.  $(\arccos u)' = -\frac{1}{\sqrt{1-u^2}} \cdot u'$

16.  $(\operatorname{arctg} u)' = \frac{1}{1+u^2} \cdot u'$

17.  $(\operatorname{arcctg} u)' = -\frac{1}{1+u^2} \cdot u'$

**Правила дифференцирования, где  $u = \varphi(x)$ ,  $v = \psi(x)$ :**

$$(u \pm v)' = u' \pm v', \quad \text{в частности, } (u \pm C)' = u'$$

$$(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v', \quad \text{в частности, } (C \cdot v)' = C \cdot v'$$

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}, \quad \text{в частности, } \left(\frac{C}{v}\right)' = -\frac{C \cdot v'}{v^2}, \quad \left(\frac{u}{C}\right)' = \frac{u'}{C}$$

**Формула логарифмического дифференцирования:**

$y' = y \cdot (\ln y)'$ , но сначала логарифмировать, лишь после этого дифференцировать!

Применяется для дифференцирования показательно-степенных функций  $y = (\varphi(x))^{\psi(x)}$  и громоздких произведений и частных со степенями и корнями  $y = \frac{u_1^{\alpha_1} \cdot u_2^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot u_m^{\alpha_m}}{v_1^{\beta_1} \cdot v_2^{\beta_2} \cdot \dots \cdot v_n^{\beta_n}}$ .

**Примеры.** Найти производные данных функциональных зависимостей, пользуясь правилами дифференцирования:

$$a) y = \frac{3x+4}{\sqrt{x^2+6x-6}}; \quad б) y = (4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^4;$$

$$в) y = \ln \cos \sqrt{x}; \quad з) y = \ln \sqrt[6]{\frac{x^6-2}{x^6+2}}; \quad д) y = (1+x^2)^{\arccos x}.$$

**Решение.** а) Применим формулу производной частного  $\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}$

и формулу производной сложной функции  $(\sqrt{u})' = \frac{1}{2\sqrt{u}} \cdot u'$ , правило дифференцирования суммы, правило вынесения постоянного множителя за знак производной, табличные производные:

$$\begin{aligned} \left(\frac{3x+4}{\sqrt{x^2+6x-6}}\right)' &= \frac{(3x+4)' \sqrt{x^2+6x-6} - (3x+4) \frac{(x^2+6x-6)'}{2\sqrt{x^2+6x-6}}}{x^2+6x-6} = \\ &= \frac{3 \cdot \sqrt{x^2+6x-6} - (3x+4) \frac{2x+6}{2\sqrt{x^2+6x-6}}}{x^2+6x-6} = \frac{3 \cdot \sqrt{x^2+6x-6} - \frac{(3x+4)(x+3)}{\sqrt{x^2+6x-6}}}{x^2+6x-6} = \\ &= \frac{3x^2+18x-18-3x^2-13x-12}{\sqrt{x^2+6x-6} \cdot (x^2+6x-6)} = \frac{5x-30}{\sqrt{x^2+6x-6} \cdot (x^2+6x-6)}. \end{aligned}$$

б) Здесь применяем формулы  $(u^n)' = n \cdot u^{n-1} \cdot u'$ ,  $(a^u)' = a^u \cdot \ln a \cdot u'$ , а также табличные производные:

$$\begin{aligned} \left((4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^4\right)' &= 4(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3 (4^{\cos^2 x} - \cos 2x)' = \\ &= 4(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3 \left(4^{\cos^2 x} \ln 4 \cdot (\cos^2 x)' + \sin 2x \cdot (2x)'\right) = \\ &= 4(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3 \left(4^{\cos^2 x} \ln 4 \cdot 2 \cos x \cdot (-\sin x) + \sin 2x \cdot 2\right) = \\ &= 4(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3 \left(-4^{\cos^2 x} \cdot 2 \ln 2 \cdot \sin 2x + \sin 2x \cdot 2\right) = \\ &= 8 \sin 2x \cdot (4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3 \left(-4^{\cos^2 x} \cdot \ln 2 + 1\right) \end{aligned}$$

в) Здесь применяем формулы  $(\ln|u|)' = \frac{1}{u} \cdot u'$ ,  $(\cos u)' = -\sin u \cdot u'$ ,  $(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$ :

$$y' = \frac{1}{\cos \sqrt{x}} \cdot (\cos \sqrt{x})' = \frac{1}{\cos \sqrt{x}} \cdot (-\sin \sqrt{x}) \cdot (\sqrt{x})' = -\frac{\operatorname{tg} \sqrt{x}}{2\sqrt{x}}.$$

з) Здесь удобно предварительно воспользоваться свойствами логарифмов:

$y = \frac{1}{6}(\ln(x^6 - 2) - \ln(x^6 + 2))$ . Теперь дифференцируем, применяя, в частности,

формулу  $(\ln|u|)' = \frac{1}{u} \cdot u'$ :

$$\begin{aligned} y' &= \frac{1}{6}(\ln(x^6 - 2) - \ln(x^6 + 2))' = \frac{1}{6}((\ln(x^6 - 2))' - (\ln(x^6 + 2))') = \\ &= \frac{1}{6}\left(\frac{1}{x^6 - 2}(x^6 - 2)' - \frac{1}{x^6 + 2}(x^6 + 2)'\right) = \frac{1}{6}\left(\frac{6x^5}{x^6 - 2} - \frac{6x^5}{x^6 + 2}\right) = \\ &= x^5 \cdot \frac{x^6 + 2 - x^6 + 2}{(x^6 - 2)(x^6 + 2)} = \frac{4x^5}{x^{12} - 4}. \end{aligned}$$

д) Производную от показательной-степенной функции находят с помощью

формулы логарифмического дифференцирования  $y' = y \cdot (\ln y)'$ :

$$\begin{aligned} ((1+x^2)^{\arccos x})' &= (1+x^2)^{\arccos x} \cdot (\ln(1+x^2)^{\arccos x})' = \\ &= (1+x^2)^{\arccos x} \cdot (\arccos x \cdot \ln(1+x^2))' = \\ &= (1+x^2)^{\arccos x} \cdot ((\arccos x)' \cdot \ln(1+x^2) + \arccos x \cdot (\ln(1+x^2))') = \\ &= (1+x^2)^{\arccos x} \cdot \left(-\frac{1}{\sqrt{1-x^2}} \cdot \ln(1+x^2) + \arccos x \cdot \frac{1}{1+x^2} \cdot 2x\right) = \\ &= (1+x^2)^{\arccos x} \cdot \left(-\frac{\ln(1+x^2)}{\sqrt{1-x^2}} + \frac{2x \cdot \arccos x}{1+x^2}\right). \end{aligned}$$

ОТВЕТЫ: а)  $y' = \frac{5x - 30}{\sqrt{x^2 + 6x - 6} \cdot (x^2 + 6x - 6)}$ ;

б)  $y' = 8 \sin 2x \cdot (4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3 (-4^{\cos^2 x} \cdot \ln 2 + 1)$ ;

в)  $y' = -\frac{\operatorname{tg} \sqrt{x}}{2\sqrt{x}}$ ;

з)  $y' = \frac{4x^5}{x^{12} - 4}$ ;

д)  $y' = (1+x^2)^{\arccos x} \cdot \left(-\frac{\ln(1+x^2)}{\sqrt{1-x^2}} + \frac{2x \cdot \arccos x}{1+x^2}\right)$ .

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 5 ДЛЯ  
ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА**

**Вариант 1.**

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x-4}{\sqrt{x^3+3x-2}}; \quad б) y = \left(3^{\sin 2x} - \cos^2 2x\right)^3;$$

$$в) y = \ln \arcsin \sqrt{1-x^2}; \quad г) y = \ln \sqrt[3]{\frac{2-x^2}{x^3-6x}}; \quad д) y = (2x+3)^{\operatorname{tg} x}.$$

**Вариант 2.**

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{x+3}{\sqrt{x^3-6x-9}}; \quad б) y = \left[2^{\operatorname{arctg} x} + \ln(1+x^2)\right]^4;$$

$$в) y = \ln \operatorname{tg} x^3; \quad г) y = \ln \sqrt[4]{\frac{3x^2+2}{x^3+2x}}; \quad д) y = (1+\cos x)^{x^2}.$$

**Вариант 3.**

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{2x}{\sqrt{x^3-5x^2+3}}; \quad б) y = \left(3^{\cos 3x} + \sin^2 3x\right)^3;$$

$$в) y = \operatorname{arctg} \frac{2x+1}{2x-1}; \quad г) y = \ln \sqrt[3]{\frac{x^2+3}{x^3+9x}}; \quad д) y = (x^3+2)^{\sin x}.$$

**Вариант 4.**

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x}{\sqrt{x^3-4x^2+1}}; \quad б) y = \left(2^{\arcsin x} + \arccos x\right)^4;$$

$$в) y = \ln \operatorname{arctg} \sqrt{x-1}; \quad г) y = \ln \sqrt[3]{\frac{2x^2-2}{x^3-3x}}; \quad д) y = (x^2+1)^{\operatorname{arctg} x}.$$

**Вариант 5.**

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x-8}{\sqrt{x^2+3x-4}}; \quad b) y = \left(2^{\cos^2 x} + \sin^2 x\right)^3;$$

$$в) y = e^{\arcsin \sqrt{1-x}}; \quad з) y = \ln^4 \sqrt{\frac{5-x^2}{x^3-15x}}; \quad д) y = (x+1)^{\operatorname{arctg} \sqrt{x}}.$$

### Вариант 6.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{4x}{\sqrt{x^3+5x^2-2}}; \quad б) y = \ln^4 \sqrt{\frac{x^2+4}{x^3+12x}};$$

$$в) y = \left(5^{\operatorname{tg} 2x} - x^2\right)^3; \quad з) y = e^{\operatorname{arctg}^2 \sqrt{2x-1}}; \quad д) y = (\arcsin x)^{\sqrt{1-x^2}}.$$

### Вариант 7.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{4x+1}{\sqrt{x^2-16x-2}}; \quad б) y = \left(4^{\operatorname{tg} \sqrt{x}} + \sqrt{x}\right)^3;$$

$$в) y = \arcsin x \sqrt{1-4x^2}; \quad з) y = \ln^3 \sqrt{\frac{3-x^2}{x^3-9x}}; \quad д) y = (\cos x)^{\cos x}.$$

### Вариант 8.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{2x-3}{\sqrt{x^2+4x-3}}; \quad б) y = \left(3^{\operatorname{arctg} 2x} - \ln(1+4x^2)\right)^4;$$

$$в) y = \ln \sin(2x^2); \quad з) y = \ln^5 \sqrt{\frac{4-3x^2}{x^3-4x}}; \quad д) y = (\operatorname{tg} 2x)^{\operatorname{tg} 2x}.$$

### Вариант 9.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{2x^3+5}{\sqrt{x^4+2x}}; \quad б) y = \left(4^{\arccos 2x} - \sqrt{1-4x^2}\right)^3;$$

$$в) y = \ln \arcsin \frac{2}{\sqrt{x}}; \quad з) y = \ln \sqrt{\frac{1-x^2}{x^3-3x}}; \quad д) y = (\operatorname{ctg} x)^{\sin x}.$$

### Вариант 10.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{x^3 - 10}{\sqrt{x^4 - 8x}}; \quad b) y = (6^{\operatorname{arccctg} 3x} + \operatorname{arccctg} 3x)^4;$$

$$e) y = \operatorname{Intg} \frac{1}{\sqrt{x}}; \quad z) y = \ln^3 \sqrt[3]{\frac{10 - 3x^2}{x^3 - 10x}}; \quad \partial) y = (x + \ln x)^{\frac{1}{x}}.$$

### Вариант 11.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x + 2}{\sqrt{x^2 + 3x + 1}}; \quad b) y = (2^{\operatorname{tg} 3x} - \sec 3x)^5;$$

$$e) y = \operatorname{arctg} \frac{2\sqrt{x}}{1-x}; \quad z) y = \ln^4 \sqrt{\frac{2x-3}{x^2-4x+6}}; \quad \partial) y = \left(1 + \frac{1}{x}\right)^{x^2}.$$

### Вариант 12.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{5x - 2}{\sqrt{x^2 + 5x - 1}}; \quad b) y = (3^{\cos 2x} + \cos^2 x)^4;$$

$$e) y = e^{\operatorname{arctg} \sqrt{x^4 - 1}}; \quad z) y = \ln \sqrt{\frac{5 - 4x}{x^2 + 8x - 10}}; \quad \partial) y = (\arcsin \sqrt{x})^{2\sqrt{x}}.$$

### Вариант 13.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{2x - 7}{\sqrt{x^2 + 8x - 14}}, \quad б) y = (5^{\operatorname{ctg} 2x} + \operatorname{cosec} 2x)^3;$$

$$e) y = \operatorname{Inarccos} \frac{1}{x}; \quad z) y = \ln^8 \sqrt{\frac{4x^2 - 1}{4x^2 + 1}}; \quad \partial) y = (\operatorname{tg} 2x)^{\cos 2x}.$$

### Вариант 14.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x - 4}{\sqrt{x^2 + 9x - 6}}; \quad ,) y = (5^{\sin^2 x} - \cos 2x)^3;$$

$$e) y = \operatorname{In} \cos e^{-4x}; \quad z) y = \ln^3 \sqrt[3]{\frac{x^3 - 2}{x^3 + 2}}; \quad \partial) y = (1 - x^2)^{\arcsin x}.$$

### Вариант 15.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{5x + 4}{\sqrt{x^2 - 5x - 2}}; \quad b) y = (2^{\arcsin x} - \sqrt{1 - x^2})^5;$$

$$в) y = e^{\arctg^3 \sqrt{x^2 - 1}}; \quad з) y = \ln^3 \sqrt{\frac{3x^2 - 2}{3x^2 + 2}}; \quad д) y = (\operatorname{ctg} 4x)^{\sin 4x}.$$

### Вариант 16.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{4x + 3}{\sqrt[3]{x^3 - 4x - 1}}; \quad б) y = (2^{\arccos \sqrt{x}} - \sqrt{1 - x})^4;$$

$$в) y = \operatorname{Intg} e^{2\sqrt{x}}; \quad з) y = \ln^4 \sqrt{\frac{2x^2 - 3}{2x^2 + 3}}; \quad д) y = (\operatorname{ctg} x)^{\sin^2 x}.$$

### Вариант 17.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{5x - 6}{\sqrt[3]{x^3 + 5x - 2}}; \quad б) y = (3^{\operatorname{ctg}^2 x} + \ln \sin x)^3;$$

$$в) y = e^{\operatorname{arctg} \sqrt{4x - 1}}; \quad з) y = \ln^3 \sqrt{\frac{2x^3 + 1}{2x^3 - 1}}; \quad д) y = (\sin x)^{\cos x}.$$

### Вариант 18.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{2x + 1}{\sqrt[3]{x^3 + 6x + 1}}; \quad б) y = (5^{\operatorname{tg}^2 x} + \sec^2 x)^3;$$

$$в) y = e^{\arccos \sqrt{1 - x^2}}; \quad з) y = \ln^3 \sqrt{\frac{3x + 1}{3x - 1}}; \quad д) y = (2 + x)^x.$$

### Вариант 19.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x-1}{\sqrt[3]{x^3+9x-1}}; \quad б) y = \left[ 3^{\operatorname{arctg} 2x} + \ln(1+2x^2) \right]^4;$$

$$в) y = \ln \arccos \frac{1}{\sqrt{2x}}; \quad г) y = \ln \sqrt{\frac{3x^2-4}{3x^2+4}}; \quad д) y = (\sin 2x)^{\operatorname{tg} 2x}.$$

### Вариант 20.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{2x-3}{\sqrt[3]{x^3-8x+4}}; \quad б) y = (4^{\operatorname{tg} 2x} - \operatorname{tg} 2x)^5;$$

$$в) y = \ln \operatorname{arctg} \frac{1}{x}; \quad г) y = \ln^4 \sqrt{\frac{x^4-3}{x^4+3}}; \quad д) y = (x^4+1)^{1/x}.$$

### Вариант 21.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{x^3-10}{\sqrt{x^4-8x}}; \quad б) y = \left( 6^{\operatorname{arctg} 3x} + \operatorname{arctg} 3x \right)^4;$$

$$в) y = \ln \arcsin \frac{2}{\sqrt{x}}; \quad г) y = \ln \sqrt{\frac{1-x^2}{x^3-3x}}; \quad д) y = (\operatorname{ctg} x)^{\sec x}.$$

### Вариант 22.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x}{\sqrt{x^3-4x^2+1}}; \quad б) y = \left( 2^{\arcsin x} + \arccos x \right)^4;$$

$$в) y = \operatorname{arctg} \frac{2x+1}{2x-1}; \quad г) y = \ln \sqrt{\frac{x^2+3}{x^3+9x}}; \quad д) y = (x^3+2)^{\sin x}.$$

### Вариант 23.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{5x-2}{\sqrt{x^2+5x-1}}; \quad б) y = \left( 3^{\cos 2x} + \cos^2 x \right)^4;$$

$$в) y = \ln \operatorname{tg} \frac{1}{\sqrt{x}}; \quad г) y = \ln^3 \sqrt{\frac{10-3x^2}{x^3-10x}}; \quad д) y = (x + \ln x)^{1/x}.$$

### Вариант 24.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x+2}{\sqrt{x^2+3x+1}}; \quad б) y = (2^{\operatorname{tg} 3x} - \sec 3x)^5;$$

$$в) y = \ln \operatorname{arctg} \sqrt{x-1}; \quad г) y = \ln \sqrt[3]{\frac{2x^2-2}{x^3-3x}}; \quad д) y = (x^2+1)^{\operatorname{arctg} x}.$$

### Вариант 25.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x-4}{\sqrt{x^2+9x-6}}; \quad б) y = (5^{\sin^2 x} - \cos 2x)^3;$$

$$в) y = e^{\arccos \sqrt{1-x^2}}; \quad г) y = \ln \sqrt[3]{\frac{3x+1}{3x-1}}; \quad д) y = (\cos 2x)^{\operatorname{tg} 2x}.$$

### Вариант 26.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{2x-7}{\sqrt{x^2+8x-14}}; \quad б) y = (5^{\operatorname{ctg} 2x} + \cos 2x)^3;$$

$$в) y = \operatorname{arctg} \frac{2\sqrt{x}}{1-x}; \quad г) y = \ln \sqrt[4]{\frac{2x-3}{x^2-4x+6}}; \quad д) y = \left(1 + \frac{1}{x}\right)^{x^2}.$$

### Вариант 27.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x-4}{\sqrt{x^3+3x-2}}; \quad б) y = (3^{\sin 2x} - \cos^2 2x)^3;$$

$$в) y = \ln \arccos \frac{1}{x}; \quad г) y = \ln \sqrt[8]{\frac{4x^2-1}{4x^2+1}}; \quad д) y = (\operatorname{tg} 2x)^{\cos 2x}.$$

### Вариант 28.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{5x + 4}{\sqrt{x^2 - 5x - 2}}; \quad б) y = \left(2^{\arcsin x} - \sqrt{1 - x^2}\right)^5;$$

$$в) y = \ln \cos e^{-4x}; \quad з) y = \ln \sqrt[3]{\frac{x^3 - 2}{x^3 + 2}}; \quad д) y = (1 - x^2)^{\arcsin x}.$$

### Вариант 29.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x - 8}{\sqrt{x^2 + 3x - 4}}; \quad б) y = \left(2^{\cos^2 x} + \sin^2 x\right)^3;$$

$$в) y = e^{\arctg^2 \sqrt{2x-1}}; \quad з) y = \ln \sqrt[3]{\frac{3x^2 - 2}{3x^2 + 2}}; \quad д) y = (\cos 2x)^{\lg 2x}.$$

### Вариант 30.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a) y = \frac{3x + 2}{\sqrt{x^2 + 3x + 1}}; \quad б) y = \left(2^{\lg 3x} - \sec 3x\right)^5;$$

$$в) y = e^{\arctg \sqrt{x^4 - 1}}; \quad з) y = \ln \sqrt{\frac{5 - 4x}{x^2 + 8x - 10}}; \quad д) y = (\lg 2x)^{\cos 2x}.$$

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 6 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ИХ ГРАФИКОВ»

**Пример решения задания 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:  $y = \frac{x^3}{2(x+1)^2}$ .

**Решение.** Полное исследование функции осуществим по плану:

- 1) Исследование функции средствами элементарной математики.
- 2) Исследование функции на наличие асимптот её графика.
- 3) Исследование функции на возрастание, убывание, максимум, минимум с помощью первой производной.
- 4) Исследование функции на выпуклость и вогнутость её графика, точки перегиба с помощью второй производной.
- 5) Построение графика функции по результатам проделанного исследования.

Выполним намеченный план для функции  $f(x) = \frac{x^3}{2(x+1)^2}$ .

1) Область определения функции  $D(f) = (-\infty; -1) \cup (-1; +\infty)$ . Точка разрыва (т.р.) функции:  $x = -1$ . График пересекает оси координат только в начале координат  $(0; 0)$ .

2) В точке разрыва  $x = -1$  может быть вертикальная асимптота  $x = -1$ , если предел функции слева или справа в этой точке бесконечен. Найдём пределы

слева и справа:  $\lim_{x \rightarrow -1-0} \frac{x^3}{2(x+1)^2} = \frac{(-1-0)^3}{2(-1-0+1)^2} = \frac{-1}{+0} = -\infty$ ,

$\lim_{x \rightarrow -1+0} \frac{x^3}{2(x+1)^2} = \frac{(-1+0)^3}{2(-1+0+1)^2} = \frac{-1}{+0} = -\infty$ . Значит, прямая линия  $x = -1$  является вертикальной асимптотой. При этом точка разрыва уже не может быть далее точкой максимума, минимума или точкой перегиба.

Исследуем функцию на наличие наклонной асимптоты  $y = kx + b$ , существование которой обусловлено наличием конечных пределов

$k = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{x}$ ,  $b = \lim_{x \rightarrow \infty} (f(x) - kx)$ . Находим эти пределы:

$$\begin{aligned} k &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3}{2(x+1)^2} \Big/ x = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2}{2(x+1)^2} = \frac{1}{2} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2}{x^2 + 2x + 1} = \\ &= \frac{1}{2} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{1 + \frac{2}{x} + \frac{1}{x^2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1 + 0 + 0} = \frac{1}{2}; \end{aligned}$$

$$b = \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x^3}{2(x+1)^2} - \frac{1}{2}x \right) = \frac{1}{2} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 - x \cdot (x+1)^2}{(x+1)^2} = \frac{1}{2} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 - x^3 - 2x^2 - x}{(x+1)^2} =$$

$$= \frac{1}{2} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{-2x^2 - x}{x^2 + 2x + 1} = \frac{1}{2} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{-2 - \frac{1}{x}}{1 + \frac{2}{x} + \frac{1}{x^2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{-2 - 0}{1 + 0 + 0} = -1.$$

Итак, существует наклонная асимптота  $y = \frac{1}{2}x - 1$ .

3) Находим первую производную функции:

$$f'(x) = \frac{1}{2} \left( \frac{x^3}{(x+1)^2} \right)' = \frac{1}{2} \cdot \frac{(x^3)'(x+1)^2 - x^3((x+1)^2)'}{(x+1)^4} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{3x^2 \cdot (x+1)^2 - x^3 \cdot 2(x+1)}{(x+1)^4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3x^2 \cdot (x+1) - x^3 \cdot 2}{(x+1)^3} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{3x^3 + 3x^2 - 2x^3}{(x+1)^3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{x^3 + 3x^2}{(x+1)^3}.$$

Приравниваем первую производную нулю и решаем уравнение  $\frac{1}{2} \cdot \frac{x^3 + 3x^2}{(x+1)^3} = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} x^3 + 3x^2 = 0, \\ (x+1)^3 \neq 0; \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0 \text{ или } x = -3, \\ x \neq -1. \end{cases}$

Замечание. Критических точек, где  $f'(x)$  не существует, в  $D(f)$  нет.

Изобразим полученные точки и интервалы между ними на числовой оси (Рис.1), отметим знаки первой производной в этих интервалах и поведение функции – возрастание или убывание.

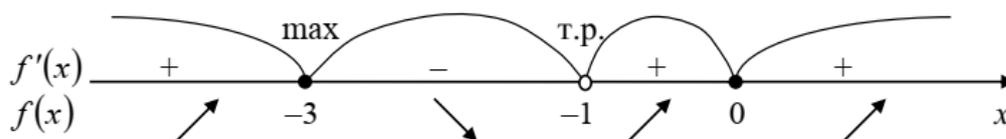


Рис.1. Знаки первой производной и поведение функции в примере задания 1.

Находим  $y_{\max} = f(-3) = -\frac{27}{8} = -3\frac{3}{8}$ .

4) Находим вторую производную функции:

$$f''(x) = (f'(x))' = \frac{1}{2} \left( \frac{x^3 + 3x^2}{(x+1)^3} \right)' = \frac{1}{2} \frac{(x^3 + 3x^2)'(x+1)^3 - (x^3 + 3x^2)((x+1)^3)'}{(x+1)^6} =$$

$$= \frac{1}{2} \frac{(3x^2 + 6x)(x+1)^3 - (x^3 + 3x^2)3(x+1)^2}{(x+1)^6} = \frac{1}{2} \frac{(3x^2 + 6x)(x+1) - (x^3 + 3x^2) \cdot 3}{(x+1)^4} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{3x^3 + 3x^2 + 6x^2 + 6x - 3x^3 - 9x^2}{(x+1)^4} = \frac{3x}{(x+1)^4}.$$

Приравниваем вторую производную нулю и решаем уравнение

$$\frac{3x}{(x+1)^4} = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} 3x = 0, \\ (x+1)^4 \neq 0; \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0, \\ x \neq -1. \end{cases}$$

Замечание. Критических точек, где  $f''(x)$  не существует, в  $D(f)$  нет.

Изобразим полученные точки и интервалы между ними на числовой оси (рис.2), отметим знаки второй производной в этих интервалах и свойство графика функции – выпуклость или вогнутость.



Рис.2. Знаки второй производной и поведение графика функции в примере задания 1. При  $x=0$  имеем точку перегиба. Находим  $y_{\text{т.п.}} = f(0) = 0$ .

5) Построим график функции по результатам проделанного исследования (рис.3).

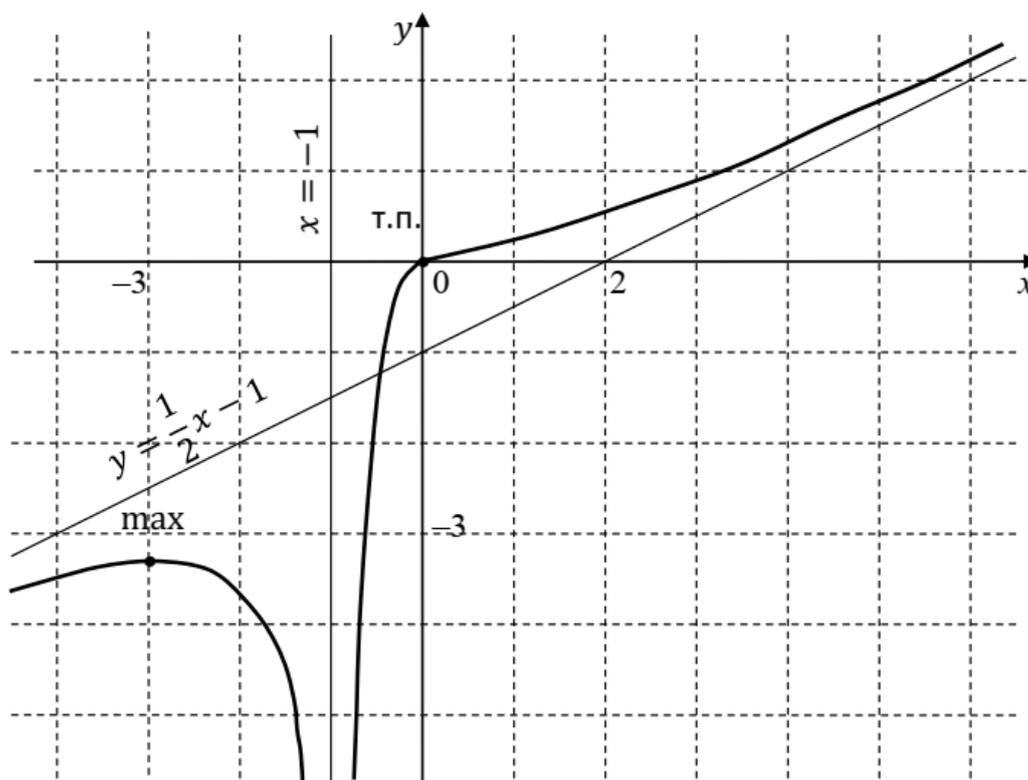


Рис.3. График исследованной функции  $y = \frac{x^3}{2(x+1)^2}$  в примере задания 1.

**Пример решения задания 2.** На эллипсе  $2x^2 + y^2 = 18$  даны две точки  $A(1; 4)$ ,  $B(3; 0)$ . Найти на данном эллипсе третью точку  $C$ , такую, чтобы площадь треугольника  $ABC$  была наибольшей.

**Решение.** Приведём уравнение эллипса к канонической форме:  $\frac{x^2}{3^2} + \frac{y^2}{(3\sqrt{2})^2} = 1$ . Полуоси эллипса – малая  $a=3$  и большая  $b=3\sqrt{2} \approx 4,24$  (его фокусы расположены на оси  $Oy$ ). Построим эллипс, три точки на нём  $A(1; 4)$ ,  $B(3; 0)$  и  $C(x; y)$ , и треугольник  $ABC$  (рис.4).

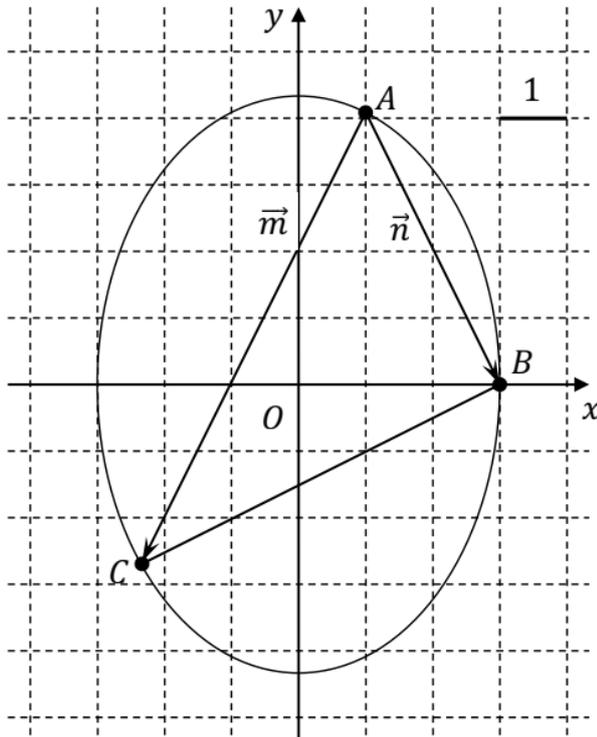


Рис.3. Эллипс, треугольник  $ABC$  и векторы  $\vec{m}$  и  $\vec{n}$  в примере задания 6.

Площадь треугольника  $ABC$  найдём по формуле  $S = \frac{1}{2} |\vec{m} \times \vec{n}|$ , где  $\vec{m}$  и  $\vec{n}$  – векторы, порождённые направленными отрезками  $\overrightarrow{AC}$  и  $\overrightarrow{AB}$ . Составим эти векторы, найдём их векторное произведение и его модуль:

$$\vec{m} = (x_C - x_A)\vec{i} + (y_C - y_A)\vec{j} = (x - 1)\vec{i} + (y - 4)\vec{j},$$

$$\vec{n} = (x_B - x_A)\vec{i} + (y_B - y_A)\vec{j} = (3 - 1)\vec{i} + (0 - 4)\vec{j} = 2\vec{i} - 4\vec{j},$$

$$\vec{m} \times \vec{n} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x-1 & y-4 & 0 \\ 2 & -4 & 0 \end{vmatrix} = \vec{k}(-4x - 2y + 12),$$

$$|\vec{m} \times \vec{n}| = |-4x - 2y + 12| = |4x + 2y - 12|.$$

Тогда  $S = |2x + y - 6|$ . Далее удобнее исследовать на максимум функцию  $z = S^2$ , т.е.  $z = (2x + y - 6)^2$ , при условии, что  $2x^2 + y^2 = 18$ . Если  $z$  имеет максимум, то и  $S$  имеет максимум, и наоборот. Итак, получаем задачу на максимум функции двух переменных с уравнением связи:

$$\begin{cases} z = (2x + y - 6)^2 \rightarrow \max, & (1) \\ 2x^2 + y^2 = 18. & (2) \end{cases}$$

Выразим  $x$  через  $y$  из уравнения (2) и подставим в уравнение (1), учитывая, что максимум функции может быть достигнут только для отрицательных значений  $x$ , чтобы высота треугольника  $ABC$  была максимальной:

$$x = -\sqrt{\frac{18 - y^2}{2}}, \quad z = \left( -\sqrt{\frac{18 - y^2}{2}} + y - 6 \right)^2, \quad y \in [-3\sqrt{2}; 3\sqrt{2}] \approx [-4,24; 4,24]$$

Находим производную  $z$  по  $y$  и приравниваем её нулю:

$$\begin{aligned} z' &= 2 \left( -\sqrt{\frac{18 - y^2}{2}} + y - 6 \right) \cdot \left( -\sqrt{\frac{18 - y^2}{2}} + y - 6 \right)' = \\ &= 2 \left( -\sqrt{\frac{18 - y^2}{2}} + y - 6 \right) \cdot \left( \frac{y}{\sqrt{36 - 2y^2}} + 1 \right); \\ z' &= 0, \quad 2 \left( -\sqrt{\frac{18 - y^2}{2}} + y - 6 \right) \cdot \left( \frac{y}{\sqrt{36 - 2y^2}} + 1 \right) = 0. \end{aligned}$$

Выражение в первой скобке последнего уравнения пропорционально площади  $S$ , потому при максимальном значении  $S$  оно не должно равняться нулю. Поэтому нулю равен второй множитель в левой части последнего уравнения:

$$\begin{aligned} \frac{y}{\sqrt{36 - 2y^2}} + 1 = 0 &\Leftrightarrow y = -\sqrt{36 - 2y^2} \Leftrightarrow \begin{cases} y \leq 0, \\ y^2 = 36 - 2y^2 \end{cases} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \begin{cases} y \leq 0, \\ y = \pm 2\sqrt{3} \end{cases} &\Leftrightarrow y = -2\sqrt{3} \approx -3,46. \end{aligned}$$

Отсюда  $x = -\sqrt{\frac{18 - (-2\sqrt{3})^2}{2}} = -\sqrt{3}$ . Заметим, что при  $y = -4$  имеем:

$$z' = 2 \left( -\sqrt{\frac{18 - (-4)^2}{2}} - 4 - 6 \right) \cdot \left( \frac{-4}{\sqrt{36 - 2(-4)^2}} + 1 \right) = -22 \cdot (-1) = 22 > 0.$$

При  $y = 0$  имеем:  $z' = 2 \left( -\sqrt{\frac{18}{2}} - 0 - 6 \right) \cdot \left( \frac{0}{\sqrt{36}} + 1 \right) = -18 < 0$ . Так как производная меняет знак с плюса на минус при переходе через точку  $y = -2\sqrt{3} \approx -3,46$

слева направо, то исследуемая функция имеет максимум в этой точке.

Таким образом, площадь треугольника  $ABC$  будет максимальной для точки  $C(-\sqrt{3}; -2\sqrt{3})$ .

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 6 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

### Вариант 1

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^3 + 4}{x^2}.$$

**Задание 2.** Требуется изготовить открытый сверху цилиндрический сосуд максимальной вместимости. Каковы должны быть размеры сосуда (радиус основания  $R$  и высота  $H$ ), если на его изготовление имеется  $S=84,82 \text{ дм}^2$  материала ( $S \approx 27\pi$ )?

### Вариант 2

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^2}{(x-1)^2}.$$

**Задание 2.** Требуется поставить палатку в форме правильной четырёхугольной пирамиды заданной боковой поверхности  $S=4\sqrt{3} \text{ м}^2$ . Каковы должны быть размеры палатки (сторона основания  $a$  и высота  $H$ ), чтобы вместимость палатки была наибольшей?

### Вариант 3

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{12 - 3x^2}{x^2 + 12}.$$

**Задание 2.** Равнобедренный треугольник, периметр которого  $p = 12$ , вращается вокруг основания. Найти основание  $a$ , при котором полученное тело вращения имеет наибольший объём.

### Вариант 4

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{4 - x^3}{x^2}.$$

**Задание 2.** В эллипс  $\frac{x^2}{128} + \frac{y^2}{32} = 1$  вписать прямоугольник наибольшей площади.

Найти стороны этого прямоугольника, если они параллельны осям эллипса.

### Вариант 5

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^2 - x + 1}{x - 1}.$$

**Задание 2.** Требуется изготовить закрытый цилиндрический бак максимальной вместимости. Каковы должны быть размеры бака (радиус  $R$  и высоты  $H$ ), если на его изготовление имеется  $S=18,84 \text{ м}^2$  материала ( $S \approx 6\pi$ ).

### Вариант 6

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{4x^2}{3 + x^2}.$$

**Задание 2.** В прямоугольной системе координат через точку  $M(2;3)$  проведена прямая, которая вместе с осями координат образует треугольник, расположенный в первом квадранте. Каковы должны быть отрезки, отсекаемые прямой на осях координат, чтобы площадь треугольника была наименьшей?

### Вариант 7

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^2 - 3x + 3}{x - 1}.$$

**Задание 2.** Резервуар, открытый сверху, имеет форму прямоугольного параллелепипеда с квадратным основанием. Каковы должны быть размеры резервуара, чтобы на его изготовление пошло наименьшее количество материала, если он должен вмещать 256 л воды?

### Вариант 8

**Задание 6.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^2 - 3x + 3}{x - 1}.$$

**Задание 7.** Требуется вырыть яму цилиндрической формы с круглым основанием и вертикальной боковой поверхностью заданного объёма  $V=25 \text{ м}^3$  ( $V \approx 8\pi$ ). Каковы должны быть линейные размеры ямы (радиус  $R$  высота  $H$ ), чтобы на облицовку её дна и боковой поверхности пошло наименьшее количество материала.

### Вариант 9

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{2x^3 + 1}{x^2}.$$

**Задание 2.** Из круглого бревна радиуса  $R = 2\sqrt{3}$  требуется вырезать балку прямоугольного сечения с основанием  $b$  и высотой  $h$ . Прочность балки пропорциональна  $bh^2$ . При каких значениях  $b$  и  $h$  прочность балки будет наибольшей?

### Вариант 10

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \left( \frac{x-1}{x} \right)^2.$$

**Задание 2.** Требуется изготовить закрытый цилиндрический бак заданного объёма  $V=50 \text{ м}^3$  ( $V \approx 16\pi$ ). Каковы должны быть размеры бака (радиус  $R$  и высота  $H$ ), чтобы на его изготовление пошло наименьшее количество материала?

### Вариант 11

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^2}{(x-1)^2}.$$

**Задание 2.** Из бревна, имеющего форму усеченного конуса, надо вырезать балку, поперечное сечение которой представляет собой квадрат, а ось совпадает с осью бревна. Найти размеры балки (сторону квадрата  $a$  и длину  $b$ ), при которых объём балки будет наибольшим. Диаметр большего основания бревна равен 2 м, диаметр меньшего основания бревна равен 1 м, а длина бревна (считая по оси) равна 10 м.

### Вариант 12

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \left( 1 + \frac{1}{x} \right)^2.$$

**Задание 2.** Требуется поставить палатку в форме правильной четырёхугольной пирамиды заданной боковой поверхности  $S=4\sqrt{3} \text{ м}^2$ . Каковы должны быть размеры палатки (сторона основания  $a$  и высота  $H$ ), чтобы вместимость палатки была наибольшей?

### Вариант 13

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{12 - 3x^2}{x^2 + 12}.$$

**Задание 2.** Равнобедренный треугольник, периметр которого  $p = 12$ , вращается вокруг основания. Найти основание  $a$ , при котором полученное тело вращения имеет наибольший объём.

#### Вариант 14

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^3}{2(x-1)^2}.$$

**Задание 2.** Цистерна имеет форму прямого кругового цилиндра, завершённого с одной стороны полушарием. Вместимость цистерны  $V=41,89 \text{ м}^3$  ( $V \approx \frac{40}{3}\pi$ ). Найти радиус цилиндра, при котором цистерна будет иметь наименьшую полную поверхность.

#### Вариант 15

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = -\frac{8x}{x^2 + 4}.$$

**Задание 2.** Сечение оросительного канала имеет форму равнобокой трапеции, боковые стороны которой равны меньшему основанию. При каком угле наклона боковых сторон сечение канала будет иметь наибольшую площадь?

#### Вариант 16

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{3x^4 + 1}{x^3}.$$

**Задание 2.** Сечение тоннеля имеет форму прямоугольника, завершённого сверху полукругом. Периметр сечения  $P=35,7 \text{ м}$  ( $P \approx 20+5\pi$ ). При каком радиусе полукруга площадь сечения будет наибольшей?

#### Вариант 17

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \left( \frac{x-1}{x+1} \right)^2.$$

**Задание 2.** Требуется изготовить полотняный шатёр, имеющий форму прямого кругового конуса заданной вместимости  $V=14,14 \text{ м}^3$  ( $V \approx \frac{9}{2}\pi$ ). Каковы должны быть размеры конуса (высота  $H$  и радиус основания  $R$ ), чтобы на шатёр ушло наименьшее количество полотна?

### Вариант 18

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{4x}{(x+1)^2}.$$

**Задание 2.** Из прямоугольного листа жести размером  $24 \times 9 \text{ см}^2$  требуется изготовить открытую сверху коробку, вырезая по углам листа равные квадраты и загибая оставшиеся боковые полосы под прямым углом. Каковы должны быть стороны вырезаемых квадратов, чтобы вместимость коробки была наибольшей?

### Вариант 19

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{1-2x^3}{x^2}.$$

**Задание 2.** Найти высоту конуса наибольшего объёма, который можно вписать в шар радиуса  $R$ .

### Вариант 20

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{8(x-1)}{(x+1)^2}.$$

**Задание 2.** Равнобедренный треугольник, вписанный в окружность радиуса  $R=3$ , вращается вокруг основания. Найти высоту треугольника  $h$ , при котором полученное тело вращения имеет наибольший объём.

### Вариант 21

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{8x}{(x-2)^2}.$$

**Задание 2.** Чтобы по возможности уменьшить трение жидкости о стенки канала, площадь, смачиваемая водой, должна быть возможно меньшей. Показать, что лучшей формой открытого прямоугольного канала с заданной площадью поперечного сечения является такая, при которой ширина канала превышает вдвое его высоту.

### Вариант 22

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^2}{2(x-1)}.$$

**Задание 2.** Резервуар должен иметь квадратное дно и быть открытым сверху. Его нужно выложить внутри свинцом. Каковы должны быть размеры резервуара ёмкостью 0,32 кубических единиц, чтобы выкладка требовала наименьшего количества свинца?

### Вариант 23

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = x - 2 + \frac{4}{x-2}.$$

**Задание 2.** Требуется поставить палатку в форме правильной четырёхугольной пирамиды заданной боковой поверхности  $S = 4\sqrt{3} \text{ м}^2$ . Каковы должны быть размеры палатки (сторона основания  $a$  и высота  $H$ ), чтобы вместимость палатки была наибольшей?

### Вариант 24

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{4x^3}{3(x^2+1)}.$$

**Задание 2.** Кровельщик желает сделать открытый жёлоб наибольший вместимости, у которого дно и бока были бы шириной 10 см и бока были бы одинаково наклонены ко дну. Какова должна быть ширина жёлоба наверху?

### Вариант 25

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^3 - 32}{x^2}.$$

**Задание 2.** Требуется изготовить закрытый цилиндрический бак заданного объёма  $V=50 \text{ м}^3$  ( $V \approx 16\pi$ ). Каковы должны быть размеры бака (радиус  $R$  и высота  $H$ ), чтобы на его изготовление пошло наименьшее количество материала?

### Вариант 26

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \left( \frac{x}{x+2} \right)^2.$$

**Задание 2.** Из бревна, имеющего форму усечённого конуса (диаметр большего основания равен 2 дм, меньшего 1 дм, длина бревна, считая по оси, равна 18 дм), надо вырезать балку, поперечное сечение которой есть квадрат, а ось совпадает с осью бревна. Найти размеры балки (сторону квадрата  $a$  и длину балки  $b$ ), при которых объём балки будет наибольшим.

### Вариант 27

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^3 - 27x + 54}{x^3}.$$

**Задание 2.** Цистерна имеет форму кругового цилиндра, завершённого с одной стороны полушарием. Вместимость цистерны  $V=41,89 \text{ м}^3$  ( $V \approx \frac{40}{3}\pi$ ). Найти радиус цилиндра  $R$ , при котором цистерна имеет наименьшую полную поверхность.

### Вариант 28

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{3x - 2}{x^3}.$$

**Задание 2.** Из круглого бревна радиуса  $R = 2\sqrt{3}$  требуется вырезать балку прямоугольного сечения с основанием  $b$  и высотой  $h$ . Прочность балки пропорциональна  $bh^2$ . При каких значениях  $b$  и  $h$  прочность балки будет наибольшей?

### Вариант 29

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{2x^2}{2x-1}.$$

**Задание 2.** Сечение оросительного канала имеет форму равнобокой трапеции, боковые стороны которой равны меньшему основанию. При каком угле наклона боковых сторон сечение канала будет иметь наибольшую площадь?

### Вариант 30

**Задание 1.** Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^3 - 4}{x^2}.$$

**Задание 2.** Равнобедренный треугольник, периметр которого  $P = 12$ , вращается вокруг основания. Найти основание  $a$ , при котором полученное тело вращения имеет наибольший объём.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 7 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ»

### 7.1. Вычисление приближённых значений с использованием функции нескольких переменных

Пусть требуется вычислить приближенно число  $A$  как значение функции  $f(x, y)$  в некоторой точке  $(x_1, y_1)$ , т. е.  $A = f(x_1, y_1)$ . Предполагается, что без применения вычислительных средств этого сделать нельзя для точки  $(x_1, y_1)$ , но можно сделать для некоторой близкой к ней точке  $(x_0, y_0)$  (ее назовем "удобной" точкой).

В этом случае справедлива следующая формула:

$$A = f(x_1, y_1) = f(x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y) \approx f(x_0, y_0) + f'_x(x_0, y_0)\Delta x + f'_y(x_0, y_0)\Delta y, \quad (1)$$

где  $\Delta x = x_1 - x_0$ ,  $\Delta y = y_1 - y_0$  – приращения аргументов,  $f'_x(x_0, y_0)$ ,  $f'_y(x_0, y_0)$  – значения частных производных от функции  $f(x, y)$  в точке  $(x_0, y_0)$ .

**Пример 1.** Вычислить приближенно число  $A = \sqrt[5]{(2,97)^3 + (2,02)^2 + 1}$ , используя функцию нескольких переменных.

**Решение:** Возьмем функцию  $f(x, y) = \sqrt[5]{x^3 + y^2 + 1}$ . Тогда

$A = \sqrt[5]{(2,97)^3 + (2,02)^2 + 1} = f(2,97; 2,02)$ ,  $x_1 = 2,97$ ,  $y_1 = 2,02$ . Выбираем два числа 3 и 2, близкие к числам 2,97 и 2,02, следовательно "удобная" точка  $(x_0, y_0) = (3, 2)$ , так как в этой точке точно вычисляется значение нашей функции:

$f(x_0, y_0) = f(3, 2) = \sqrt[5]{3^3 + 2^2 + 1} = 2$ . Тогда приращения  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  равны  $\Delta x = x_1 - x_0 = 2,97 - 3 = -0,03$ ;  $\Delta y = y_1 - y_0 = 2,02 - 2 = 0,02$ .

Чтобы применить формулу (1), необходимо найти значения частных производных от функции  $f(x, y)$  по каждому аргументу в точке  $(x_0, y_0)$ . Сначала ищем частные производные  $f'_x(x, y)$ ,  $f'_y(x, y)$ :

$$f'_x(x, y) = \left( \sqrt[5]{x^3 + y^2 + 1} \right)'_x = \left( (x^3 + y^2 + 1)^{1/5} \right)'_x = \frac{1}{5} (x^3 + y^2 + 1)^{-4/5} \cdot (x^3 + y^2 + 1)'_x =$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{5} \frac{1}{\sqrt[5]{(x^3 + y^2 + 1)^4}} \cdot 3x^2, \quad f'_y(x, y) = \\
&= \left( \sqrt[5]{x^3 + y^2 + 1} \right)'_y = \left( (x^3 + y^2 + 1)^{1/5} \right)'_y = \frac{1}{5} (x^3 + y^2 + 1)^{-4/5} \cdot (x^3 + y^2 + 1)'_y = \\
&= \frac{1}{5} \frac{1}{\sqrt[5]{(x^3 + y^2 + 1)^4}} \cdot 2y.
\end{aligned}$$

Тогда формула (1) примет вид

$$\begin{aligned}
A = f(x_1, y_1) = f(x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y) &\approx \sqrt[5]{x_0^3 + y_0^2 + 1} + \\
+ \frac{1}{5} \frac{1}{\sqrt[5]{(x_0^3 + y_0^2 + 1)^4}} \cdot 3x_0^2 \cdot \Delta x &+ \frac{1}{5} \frac{1}{\sqrt[5]{(x_0^3 + y_0^2 + 1)^4}} \cdot 2y_0 \cdot \Delta y. \quad (2)
\end{aligned}$$

Подставляем в  $f'_x(x, y)$ ,  $f'_y(x, y)$  вместо  $(x, y)$  точку  $(x_0, y_0)$ :

$$f'_x(x_0, y_0) = f'_x(3, 2) = \frac{1}{5} \frac{1}{\sqrt[5]{(3^3 + 2^2 + 1)^4}} \cdot 3(3)^2 = \frac{27}{5 \cdot 16} = \frac{27}{80},$$

$$f'_y(x_0, y_0) = f'_y(3, 2) = \frac{1}{5} \frac{1}{\sqrt[5]{(3^3 + 2^2 + 1)^4}} \cdot 2 \cdot 2 = \frac{4}{5 \cdot 16} = \frac{1}{20}.$$

Окончательно, подставляя в равенство (2), все необходимые данные, получим  $A = \sqrt[5]{(2,97)^3 + (2,02)^2 + 1} \approx 2 + \frac{27}{80} \cdot (-0,03) + \frac{1}{20} \cdot 0,02 = 1,9909$ .

## 7.2. Экстремум функции нескольких переменных

**Пример решения задания.** Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 + xy + y^2 - 4x - y + 5.$$

**Решение.** Приведём сначала теоретические сведения.

**Необходимое условие экстремума.** Дифференцируемая функция двух переменных в функциональной зависимости  $z = f(x, y)$  может иметь экстремум только в *стационарных точках*, в которых ее частные производные  $f'_x, f'_y$  обращаются в нуль. Все точки, подозрительные на экстремум, находятся из условия:

$$\begin{cases} f'_x(x, y) = 0, \\ f'_y(x, y) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

**Достаточное условие экстремума.** Чтобы ответить на вопрос о том, является ли точка  $M_0(x_0, y_0)$ , найденная из условия (1), точкой экстремума, прове-

ряется достаточный признак наличия или отсутствия экстремума. А именно, вычисляются значения вторых производных в этой точке  $A = f''_{xx}(x_0, y_0)$ ,

$B = f''_{xy}(x_0, y_0)$ ,  $C = f''_{yy}(x_0, y_0)$ ,  $\Delta = AC - B^2$ . Тогда, если:

$\Delta > 0, A > 0$ , то  $M_0(x_0, y_0)$  – точка минимума,

$\Delta > 0, A < 0$ , то  $M_0(x_0, y_0)$  – точка максимума,

$\Delta < 0$ , то  $M_0(x_0, y_0)$  – не является точкой экстремума, (2)

$\Delta = 0$ , то требуется дополнительное исследование.

Исследуем на экстремум функциональную зависимость

$$z = f(x, y) = 2x^2 + xy + y^2 - 4x - y + 5.$$

Сначала найдем стационарные точки для данной функции. Частные производные равны  $f'_x(x, y) = 4x + y - 4$ ,  $f'_y(x, y) = 2y + x - 1$ . Решая систему (1), ко-

торая для нашей задачи примет вид  $\begin{cases} f'_x(x, y) = 4x + y - 4 = 0, \\ f'_y(x, y) = 2y + x - 1 = 0, \end{cases}$  получим:

$$\begin{cases} 4x + y - 4 = 0, \\ 2y + x - 1 = 0, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} y = 4 - 4x, \\ 2(4 - 4x) + x - 1 = 0, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} y = 4 - 4x, \\ -7x = -7, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 1, \\ y = 0. \end{cases}$$

Итак, точка  $M_0(1, 0)$  – подозрительная на экстремум. Проверим для точки  $M_0(1, 0)$  выполнимость достаточного признака экстремума (выполнимость одного из условий 1–4 из (2)). В нашем случае имеем:

$$A = f''_{xx}(1, 0) = 4, \quad B = f''_{xy}(1, 0) = 1, \quad C = f''_{yy}(1, 0) = 2,$$

$\Delta = AC - B^2 = 4 \cdot 2 - 1 = 7 > 0$ ,  $A = 4 > 0$ . Значит, точка  $M_0(1, 0)$  является точкой минимума для функции  $z = 2x^2 + xy + y^2 - 4x - y + 5$ . При этом

$$z_{\min} = f(1, 0) = 2 \cdot 1^2 + 1 \cdot 0 + 0^2 - 4 \cdot 1 - 0 + 5 = 3.$$

### ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 7 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

**Задание 1.** Вычислить приближенно число  $A$ , предварительно представив его в форме

$$A = f(x + \Delta x, y + \Delta y) \approx f(x, y) + f'_x(x, y)\Delta x + f'_y(x, y)\Delta y$$

для конкретной функции  $f(x, y)$  и для любых  $x, y, \Delta x, \Delta y$ . Затем в полученную формулу подставить удобные числовые значения для  $x, y, \Delta x, \Delta y$ .

1.  $A = \arctg \frac{1,92}{2,12}$ .

2.  $A = \sqrt[3]{2 \cdot (6,14)^2 - (3,16)^2} + 1$ .

3.  $A = \ln \sqrt{5 \cdot (1,02)^2 - (1,85)^2}$ .

4.  $A = (1,05)^{\sqrt{3,94}}$ .

5.  $A = \sqrt[4]{4 \cdot (1,96)^2 - (4,16)^2} + 4 \cdot 4,16$ .

6.  $A = (1,04)^{2,01}$ .

$$7. A = \sqrt{(0,9)^2 + (2,1)^2 - 1}.$$

$$9. A = \operatorname{arctg}(1,8 - \sqrt{0,9}).$$

$$11. A = \operatorname{arctg} \frac{1,04}{(0,98)^2}.$$

$$13. A = \sqrt{(1,03)^3 + (1,95)^3}.$$

$$15. A = 0,97 + (0,97)^{2,02}.$$

$$17. A = \ln(\sqrt[3]{1,03} + \sqrt{3,98} - 2).$$

$$19. A = \sqrt{14,1 + 2 \cdot (1,05)^2}.$$

$$21. A = \arcsin \frac{0,05}{\sqrt{1,02}}.$$

$$23. A = 2 \cdot (0,96)^2 + 3 \cdot 0,96 \cdot (1,95)^2.$$

$$25. A = (0,98)^2 \cdot \sqrt{1,04}.$$

$$27. A = \ln((0,1)^2 + 1,15).$$

$$29. A = \frac{1,06}{2,07} + \frac{2,07}{1,06}.$$

$$8. A = (0,97)^2 + \sqrt{1,07}.$$

$$10. A = \frac{2,05}{(2,91)^2 + (2,05)^2}.$$

$$12. A = \operatorname{arcctg} \frac{(1,05)^2}{0,99}.$$

$$14. A = \sqrt{3,9} \cdot (1,1)^{3,9}.$$

$$16. A = \sqrt{(4,06)^2 + (2,92)^2}.$$

$$18. A = \sin \frac{11\pi}{30} \operatorname{tg} \frac{13\pi}{40}.$$

$$20. A = \sqrt[5]{(2,95)^3 + (2,05)^2} + 1.$$

$$22. A = (1,98)^3 + (2,03)^3 - 7 \cdot 1,98.$$

$$24. A = \operatorname{arctg} \frac{2,06}{1,98}.$$

$$26. A = \sqrt{(0,9)^2 + (2,1)^2 - 1}.$$

$$28. A = \arcsin \frac{0,015}{0,95}.$$

$$30. A = \sqrt{(2,1)^2 + (3,9)^2 + 5}.$$

## Задание 2

### **Вариант 1**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = xy - x^2 - 2y^2 + x + 10y - 8.$$

### **Вариант 2**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + 3xy + y^2 - 6x - 2y + 1.$$

### **Вариант 3**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3xy - x^2 - 4y^2 + 4x - 6y.$$

#### **Вариант 4**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + 3y^2 + 5xy + 4x + 7y + 5.$$

#### **Вариант 5**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3xy - x^2 - 3y^2 - 6x + 9y - 4.$$

#### **Вариант 6**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 + y^2 + 3xy - x - 4y + 1.$$

#### **Вариант 7**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 + y^2 - xy + x + y + 2.$$

#### **Вариант 8**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + 3y^2 + 5xy + x - y + 5.$$

#### **Вариант 9**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 + 2xy - y^2 + 6x - 10y.$$

#### **Вариант 10**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 4 - 5x^2 - y^2 - 4xy - 4x - 2y.$$

### **Вариант 11**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 + xy + y^2 - 3x - 6y - 2.$$

### **Вариант 12**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 - xy + y^2 - 3x - y + 1.$$

### **Вариант 13**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 - 2xy + y^2 - 2x - 2y + 3.$$

### **Вариант 14**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 + xy - y^2 - 7x + 5y + 2.$$

### **Вариант 15**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 - 3xy - y^2 - 2x + 6y + 1.$$

### **Вариант 16**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + xy - 6y^2 - 6x - y + 9.$$

### **Вариант 17**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 - 3xy + 2y^2 - 4x + 6y.$$

### **Вариант 18**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 4x^2 - 2xy + y^2 - 2x - 4y + 1.$$

### **Вариант 19**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 0,5x^2 + xy + y^2 - x - 2y + 8.$$

### **Вариант 20**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 8x^2 - xy + 2y^2 - 16x + y - 1.$$

### **Вариант 21**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 + 3y^2 - 2xy + 2x - 16y.$$

### **Вариант 22**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 6xy - 2x^2 - y^2 - 14x + 5.$$

### **Вариант 23**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 - y^2 + 3xy - 2x + 7y + 6.$$

### **Вариант 24**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 10xy - 3x^2 - 2y^2 - 26x + 18y - 1.$$

### **Вариант 25**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + 2y^2 - 2xy + 18x + 8y.$$

### **Вариант 26**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3 - 3x^2 + 5y^2 - 8xy + 4x + 26y.$$

### **Вариант 27**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 - 3y^2 - 2xy + 8x + 10y.$$

### **Вариант 28**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 5x^2 - 3y^2 + 2xy - 18x - 10y + 4.$$

### **Вариант 29**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 5 - 7x^2 - 5y^2 + 2xy - 34x + 34y.$$

### **Вариант 30**

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 - 3y^2 + 2xy - 10x + 16y - 7.$$

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 8 «ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ  
ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ  
СТУДЕНТОВ**

## 8.1. Таблица неопределенных интегралов.

### Метод замены переменной

**Определение 1.** Функция  $F(x)$  называется *первообразной* для функции  $f(x)$  на интервале  $(a; b)$ , если  $F'(x) = f(x)$  при всех  $x \in (a; b)$ .

**Определение 2.** Пусть  $F(x)$  – первообразная для функции  $f(x)$  на интервале  $(a; b)$ . Совокупность всех первообразных вида  $F(x) + C$ , где  $C$  – произвольная постоянная, называется *неопределенным интегралом* от функции  $f(x)$  на интервале  $(a; b)$  и обозначается  $\int f(x)dx = F(x) + C$ .

Функцию  $f(x)$  называют *подынтегральной функцией*, выражение  $f(x)dx$  – *подынтегральным выражением*, символ  $\int$  – операцией интегрирования (знаком интеграла).

**Свойства неопределенного интеграла.** Пусть  $F(x)$  – первообразная для функции  $f(x)$  на интервале  $(a; b)$ . Тогда

1)  $\int dF(x) = \int F'(x)dx = F(x) + C$ ;

2)  $\left(\int f(x)dx\right)' = f(x)$ ;

3) постоянный множитель можно выносить из-под знака интеграла:

$$\int af(x)dx = a \int f(x)dx;$$

4) неопределенный интеграл от суммы функций равен сумме неопределенных интегралов:

$$\int (f_1(x) + f_2(x))dx = \int f_1(x)dx + \int f_2(x)dx;$$

5)  $\int f(ax+b)dx = \frac{1}{a}F(ax+b) + C, a, b = const, a \neq 0$ .

**Приведем таблицу основных неопределенных интегралов.**

1. $\int dx = x + C$	10. $\int \frac{dx}{\cos^2 x} = \operatorname{tg}x + C$
2. $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C, n \neq -1$	11. $\int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\operatorname{ctg}x + C$
3. $\int x^{-1} dx = \int \frac{dx}{x} = \ln x  + C$	12. $\int \operatorname{tg}x dx = -\ln \cos x  + C$
4. $\int \frac{dx}{x^2} = -\frac{1}{x} + C$	13. $\int \operatorname{ctg}x dx = \ln \sin x  + C$
5. $\int \frac{dx}{\sqrt{x}} = 2\sqrt{x} + C$	14. $\int \frac{dx}{a^2 + x^2} = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + C, a \neq 0$
6. $\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C$	15. $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \operatorname{arcsin} \frac{x}{a} + C, a > 0$

7. $\int e^x dx = e^x + C$	16. $\int \frac{dx}{a^2 - x^2} = \frac{1}{2a} \ln \left  \frac{a+x}{a-x} \right  + C, a \neq 0$
8. $\int \cos x dx = \sin x + C$	17. $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}} = \ln \left  x + \sqrt{x^2 \pm a^2} \right  + C$
9. $\int \sin x dx = -\cos x + C$	

Существует два варианта вычисления неопределенного интеграла *методом замены переменной*: *метод подстановки* и *метод подведения под знак дифференциала*, в которых одна и та же формула используется слева направо и справа налево.

**Метод подстановки.** Пусть требуется вычислить неопределенный интеграл  $\int f(x)dx$ . Введем новую переменную  $t$  путем замены  $x = \varphi(t)$  таким образом, чтобы функция  $\varphi$  была дифференцируемой и имела обратную функцию  $t = \varphi^{-1}(x)$ . Далее, справедливой оказывается следующая формула:

$$\int f(x)dx = \left. \begin{array}{l} x = \varphi(t), \\ dx = \varphi'(t)dt, \\ t = \varphi^{-1}(x) \end{array} \right| = \int f(\varphi(t))\varphi'(t)dt, \quad (1)$$

где интеграл справа может оказаться проще исходного интеграла. После вычисления интеграла справа следует вернуться к исходной переменной  $x$ .

**Пример 1.** Найти  $\int \frac{e^{2x} dx}{e^x + 1}$ .

**Решение.** Обозначим знаменатель подынтегральной функции буквой  $t$ , т.е. введем сначала обратную функцию  $t = e^x + 1$ . Тогда  $e^x = t - 1$ ,  $x = \ln(t - 1)$ ,  $dx = \frac{dt}{t - 1}$ . Заметим, что  $e^{2x} = (t - 1)^2$ . Применяем формулу (1) и вычисляем полученный интеграл:

$$\int \frac{e^{2x} dx}{e^x + 1} = \left. \begin{array}{l} t = e^x + 1, \\ x = \ln(t - 1), \\ dx = \frac{dt}{t - 1} \end{array} \right| = \int \frac{(t - 1)^2}{t} \cdot \frac{dt}{t - 1} = \int \frac{(t - 1)dt}{t} = \int dt - \int \frac{dt}{t} =$$

$$= t - \ln t + C_1 = e^x + 1 - \ln(e^x + 1) + C_1 = e^x - \ln(e^x + 1) + C,$$

где  $C = C_1 + 1$  (введена новая произвольная постоянная).

Заметим, что новую переменную  $t$  в формуле (1) можно было бы обозначить и другой буквой:  $u, y, \xi, z$  и т.д.

**Метод подведения под знак дифференциала.** Пусть подынтегральная функция может быть представлена в виде  $f(\varphi(x))\varphi'(x)$ . Применим формулу (1) справа налево и при этом переименуем переменные:  $x$  поместим вместо  $t$ ,  $u$  вместо  $x$ . В результате получим формулу:

$$\int f(\varphi(x))\varphi'(x)dx = \left| \begin{array}{l} u = \varphi(x), \\ du = \varphi'(x)dx \end{array} \right| = \int f(u)du, \quad (2)$$

где не требуется выражать  $x$  через  $u$ . Свое название метод получил потому, что в процедуре преобразования  $\varphi'(x)dx = d\varphi(x) = du$  функция  $\varphi(x)$  подводится под знак дифференциала. Причем, при достаточном опыте применения этого метода функцию  $\varphi(x)$  воспринимают как единую переменную мысленно и на бумаге ее уже не заменяют буквой  $u$ .

**Пример 2.** Найти  $\int \frac{\sin(\ln x)}{x} dx$ .

**Решение.** Замечая, что  $\frac{1}{x} = (\ln x)'$ , применим формулу (2):

$$\int \frac{\sin(\ln x)}{x} dx = \left| \begin{array}{l} u = \ln x, \\ du = \frac{dx}{x} \end{array} \right| = \int \sin u du = -\cos u + C = -\cos(\ln x) + C,$$

или же, обозначая  $\ln x$  буквой  $u$  только мысленно, получаем то же самое:

$$\int \frac{\sin(\ln x)}{x} dx = \int \sin(\ln x)(\ln x)' dx = \int \sin(\ln x) d \ln x = -\cos(\ln x) + C.$$

Формула (2) успешно применяется и в том случае, если для представления подынтегральной функции в форме  $f(\varphi(x))\varphi'(x)$  не хватает всего лишь постоянного множителя, на который подынтегральную функцию следует умножить, а интеграл – разделить на такое же число.

**Пример 3.** Найти  $\int \frac{ctg(\sqrt{x})}{\sqrt{x}} dx$ .

**Решение.** Замечаем, что  $(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$ , т.е. в подынтегральном выражении не

хватает множителя  $\frac{1}{2}$ . В связи с этим в прямых скобках сделаем дополнительные преобразования:

$$\begin{aligned} \int \frac{ctg(\sqrt{x})}{\sqrt{x}} dx &= \left| \begin{array}{l} u = \sqrt{x}, \\ du = \frac{dx}{2\sqrt{x}}, \frac{dx}{\sqrt{x}} = 2du \end{array} \right| = \int ctg(u) \cdot 2du = 2 \int ctg(u) du = \\ &= 2 \ln|\sin u| + C = 2 \ln|\sin \sqrt{x}| + C, \end{aligned}$$

где применили табличный интеграл № 13.

**Пример 4.** Найти  $\int \sin x \sqrt{2 \cos x + 3} dx$ .

**Решение.**  $\int \sin x \sqrt{2 \cos x + 3} dx = \left| \begin{array}{l} u = 2 \cos x + 3, \\ du = -2 \sin x dx, \sin x dx = -\frac{du}{2} \end{array} \right| =$

$$= \int u^{\frac{1}{2}} \cdot \left(-\frac{du}{2}\right) = -\frac{1}{2} \int u^{\frac{1}{2}} du = -\frac{1}{2} \cdot \frac{u^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}} + C = -\frac{1}{3} (2 \cos x + 3)^{\frac{3}{2}} + C.$$

**Задание 2.** Найти интегралы методом подведения под знак дифференциала.

1.  $\int \frac{dx}{\arcsin(x)\sqrt{1-x^2}}$ ;  $\int \frac{x^3 dx}{\sqrt{4-x^8}}$ ;  $\int e^{\sin^2 x} \cdot \sin(2x) dx$ .

2.  $\int \frac{dx}{x\sqrt{1-\ln^2 x}}$ ;  $\int \frac{xdx}{1+x^4}$ ;  $\int \frac{\sin 2x}{\sqrt{1+\cos^2 x}} dx$ .

3.  $\int \frac{dx}{\operatorname{tg} x \cdot \cos^2 x}$ ;  $\int \frac{\operatorname{arctg}^3 x dx}{1+x^2}$ ;  $\int e^{x^5} \cdot x^4 dx$ .

4.  $\int \frac{\cos x dx}{\sin^4 x}$ ;  $\int e^{\frac{1}{x}} \cdot \frac{dx}{x^2}$ ;  $\int e^x \cdot \operatorname{ctg} e^x dx$ .

5.  $\int e^{x^2} \cdot x dx$ ;  $\int \frac{e^x dx}{9+e^{2x}}$ ;  $\int \frac{\sin x dx}{\sqrt{\cos x}}$ .

6.  $\int \operatorname{tg} x \cdot \frac{dx}{\cos^2 x}$ ;  $\int \frac{\ln x dx}{x}$ ;  $\int e^{\cos x} \cdot \sin x dx$ .

7.  $\int \frac{\arccos^2 x dx}{\sqrt{1-x^2}}$ ;  $\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^3+1}}$ ;  $\int \frac{dx}{x\sqrt{1+\ln^2 x}}$ .

8.  $\int \frac{\cos x dx}{\sqrt{\sin x}}$ ;  $\int \sin(\ln x) \frac{dx}{x}$ ;  $\int \frac{(x+1) dx}{x^2+2x+3}$ .

9.  $\int \frac{\cos x dx}{4+\sin^2 x}$ ;  $\int x \cdot 3^{x^2} dx$ ;  $\int \frac{dx}{x \cdot (1-\ln^2 x)}$ .

10.  $\int \frac{\sqrt{\operatorname{tg} x} dx}{\cos^2 x}$ ;  $\int \cos\left(\frac{1}{x}\right) \frac{dx}{x^2}$ ;  $\int x \cdot (x^2+1)^4 dx$ .

11.  $\int \cos(\sqrt{x}) \frac{dx}{2\sqrt{x}}$ ;  $\int \frac{e^x dx}{\sqrt{4+e^{2x}}}$ ;  $\int \frac{dx}{x \ln^3 x}$ .

12.  $\int \frac{\sqrt{\ln x} dx}{x}$ ;  $\int \cos(x^3) x^2 dx$ ;  $\int \frac{dx}{\sin^2 x \cdot \operatorname{ctg} x}$ .

13.  $\int \sin^3 x \cdot \cos x dx$ ;  $\int \frac{xdx}{(2+x^2)^2}$ ;  $\int \frac{dx}{x \ln x}$ .

14.  $\int \sin(\sin x) \cdot \cos x dx$ ;  $\int \frac{x^2 dx}{x^3+2}$ ;  $\int \frac{e^x dx}{1+e^{2x}}$ .

15.  $\int \frac{e^{\sqrt{x}} dx}{\sqrt{x}}$ ;  $\int \frac{\ln^3 x dx}{x}$ ;  $\int x \cdot \operatorname{tg}(x^2) dx$ .

16.  $\int \frac{\operatorname{tg}(\sqrt{x})dx}{\sqrt{x}}$ ;  $\int \frac{e^{\operatorname{arctg}x} dx}{1+x^2}$ ;  $\int x \cdot 2^{x^2} dx$ .
17.  $\int 2^{\sin x} \cdot \cos x dx$ ;  $\int x(2+x^2)^5 dx$ ;  $\int \frac{x^4 dx}{3+x^5}$ .
18.  $\int \frac{\ln x dx}{x}$ ;  $\int e^{-x^2+1} x dx$ ;  $\int \frac{dx}{\sqrt{(1+x^2)\ln(x+\sqrt{1+x^2})}}$ .
19.  $\int \frac{dx}{(1+x^2)\operatorname{arctg}x}$ ;  $\int \frac{x^3 dx}{\sqrt{2+x^4}}$ ;  $\int 3^{\sin^2 x} \cdot \sin(2x) dx$ .
20.  $\int \frac{dx}{(\operatorname{arcsin} x)^2 \sqrt{1-x^2}}$ ;  $\int \frac{dx}{x\sqrt{\ln x}}$ ;  $\int \sin^5 x \cos x dx$ .
21.  $\int x e^{-x^2} dx$ ;  $\int \frac{\cos x dx}{\sqrt{\sin^2 x + 5}}$ ;  $\int \frac{\sqrt[3]{\ln x}}{x} dx$ .
22.  $\int \sqrt{\cos x} \cdot \sin x dx$ ;  $\int \frac{e^{\operatorname{arcsin} x} dx}{\sqrt{1-x^2}}$ ;  $\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^6 - 2}}$ .
23.  $\int \frac{\cos x dx}{\sin^5 x}$ ;  $\int \frac{2^{\sqrt{x}}}{\sqrt{x}} dx$ ;  $\int \frac{x^3 dx}{x^8 + 4}$ .      24.
- $\int \cos\left(\frac{1}{x}\right) \frac{dx}{x^2}$ ;  $\int \frac{dx}{\cos^2 x(1+\operatorname{tg}x)}$ ;  $\int \operatorname{tg}(\sqrt{x}) \frac{dx}{\sqrt{x}}$ .
25.  $\int 4x^3 \cdot \cos(x^4) dx$ ;  $\int x^4 \sqrt{x^2 + 9} dx$ ;  $\int \frac{dx}{x\sqrt{\ln^2 x + 4}}$ .
26.  $\int e^{\operatorname{tg}x} \frac{dx}{\cos^2 x}$ ;  $\int x \sin(x^2 + 1) dx$ ;  $\int \frac{\sin(2x)}{1 + \sin^2 x} dx$ .
27.  $\int \frac{\operatorname{arccos}^3 x dx}{\sqrt{1-x^2}}$ ;  $\int \frac{x^3 dx}{\sqrt{1-x^4}}$ ;  $\int \frac{\ln x + 1}{x \ln^2 x} dx$ .
28.  $\int \frac{\sin x dx}{\sqrt{1+3\cos x}}$ ;  $\int (x^2 + 1)^{17} x dx$ ;  $\int \cos(\sqrt{x}) \frac{dx}{\sqrt{x}}$ .
29.  $\int \frac{\sin x dx}{1 + \cos^2 x}$ ;  $\int \frac{(1 + \ln x)^3 dx}{x}$ ;  $\int \frac{(x+1) dx}{x^2 + 2x - 3}$ .
30.  $\int \frac{\cos x dx}{\sqrt{\sin x}}$ ;  $\int \frac{\sqrt{\operatorname{arctg}x}}{1+x^2} dx$ ;  $\int \frac{x^3 dx}{3+x^8}$ .

## 8.2. Метод интегрирования по частям в неопределенном интеграле

Формула интегрирования по частям неопределенного интеграла имеет вид:

$$\int u dv = uv - \int v du, \quad (1)$$

или, учитывая, что  $u = \varphi(x)$ ,  $v = \psi(x)$ ,  $du = \varphi'(x)dx$ ,  $dv = \psi'(x)dx$ ,

$$\int \varphi(x)\psi'(x)dx = \varphi(x)\psi(x) - \int \psi(x)\varphi'(x)dx. \quad (2)$$

Интегрирование по частям состоит в том, что подынтегральное выражение представляется в виде произведения двух множителей:  $\varphi(x)$  и  $\psi'(x)dx = dv$ , а затем выполняются два интегрирования:

1) сначала отыскивается функциональная зависимость  $v = \psi(x)$ ,  $v = \int dv = \int \psi'(x)dx$  (постоянная  $C$  принимается равной нулю);

2) затем находится интеграл  $\int \psi(x)\varphi'(x)dx$ , который возможно, находится легче, чем исходный.

При этом следует учитывать, что обычно к функции  $\varphi(x)$  следует относить множители, которые упрощаются при дифференцировании, а все остальные множители – к  $dv = \psi'(x)dx$ .

Укажем некоторые виды интегралов, которые можно вычислить, используя метод интегрирования по частям ( $P_n(x)$  – многочлен степени  $n$ ).

$\int P_n(x) \cdot \begin{cases} \sin \alpha x, \\ \cos \alpha x, \\ e^{\alpha x} \end{cases} dx$	$u = P_n(x)$ , применять метод интегрирования по частям $n$ -раз, обозначая через $u$ очередную производную от $P_n(x)$
$\int \begin{cases} \arcsin \alpha x, \\ \arccos \alpha x, \\ \operatorname{arctg} \alpha x, \\ \operatorname{arcctg} \alpha x, \\ \ln \alpha x \end{cases} \cdot P_n(x) dx$	$\begin{cases} u = \arcsin \alpha x, dv = P_n(x) dx, \\ u = \arccos \alpha x, dv = P_n(x) dx, \\ u = \operatorname{arctg} \alpha x, dv = P_n(x) dx, \\ u = \operatorname{arcctg} \alpha x, dv = P_n(x) dx, \\ u = \ln \alpha x, dv = P_n(x) dx \end{cases}$

**Пример 1.** Найти  $\int (2x + 3) \sin 2x dx$ .

**Решение:** Примем  $u = (2x + 3)$ ,  $dv = \sin 2x dx$ . Имеем

$$\int (2x + 3) \sin 2x dx = \left. \begin{array}{l} u = 2x + 3, dv = \sin 2x dx, \\ du = 2 dx, v = \int dv = \\ = \int \sin 2x dx = -\frac{\cos 2x}{2}, \end{array} \right| = (2x + 3) \left( -\frac{\cos 2x}{2} \right) - \int \left( -\frac{\cos 2x}{2} \right) 2 dx =$$

$$= (2x + 3) \left( -\frac{\cos 2x}{2} \right) + \int \cos(2x) dx = (2x + 3) \left( -\frac{\cos 2x}{2} \right) + \frac{\sin 2x}{2} + C.$$

В некоторых случаях приходится несколько раз применять метод интегрирования по частям.

**Пример 2.** Найти  $\int (x^2 + x) e^x dx$ .

**Решение:** Представленный интеграл вычисляем два раза интегрированием по частям:

$$\int (x^2 + x)e^x dx = \left| \begin{array}{l} u = x^2 + x, \quad dv = e^x dx, \\ du = (2x + 1)dx, \quad v = \int dv = e^x \\ = \int e^x dx = e^x \end{array} \right| = (x^2 + x)e^x - \int (2x + 1)e^x dx =$$

$$= \left| \begin{array}{l} u = 2x + 1, \quad dv = e^x dx, \\ du = 2dx, \quad v = \int dv = e^x \\ = \int e^x dx = e^x \end{array} \right| = (x^2 + x)e^x - ((2x + 1)e^x - \int 2e^x dx) = (x^2 + x)e^x -$$

$$- ((2x + 1)e^x - 2e^x + C) = (x^2 + x)e^x - (2x + 1)e^x + 2e^x + C = e^x(x^2 - x + 1) + C.$$

**Пример 3.** Найти  $\int \arccos(3x - 2)dx$ .

**Решение:** Пусть  $u = \arccos(3x - 2)$ ,  $dv = dx$ . Тогда

$$\int \arccos(3x - 2)dx = \left| \begin{array}{l} u = \arccos(3x - 2), \quad dv = dx, \\ du = -\frac{3dx}{\sqrt{1 - (3x - 2)^2}}, \quad v = x, \end{array} \right| = x \cdot \arccos(3x - 2) - \int x \cdot \left( -\frac{3dx}{\sqrt{1 - (3x - 2)^2}} \right) =$$

$$= x \cdot \arccos(3x - 2) + 3 \int \frac{xdx}{\sqrt{1 - (3x - 2)^2}} = x \cdot \arccos(3x - 2) + 3J_1, \text{ где } J_1 = \int \frac{xdx}{\sqrt{1 - (3x - 2)^2}}$$

Интеграл  $J_1$  найдём методом замены переменной. Примем  $t = 3x - 2$ , тогда  $dt = 3dx$ ,  $dx = dt/3$ ,  $x = (t + 2)/3$ . Имеем

$$J_1 = \int \frac{xdx}{\sqrt{1 - (3x - 2)^2}} = \int \frac{1}{\sqrt{1 - t^2}} \cdot \frac{t + 2}{3} \cdot \frac{dt}{3} = \frac{1}{9} \int \frac{(t + 2)dt}{\sqrt{1 - t^2}} = \frac{1}{9} \int \frac{tdt}{\sqrt{1 - t^2}} + \frac{2}{9} \int \frac{dt}{\sqrt{1 - t^2}} =$$

$$= \frac{1}{18} \int \frac{(2t)dt}{\sqrt{1 - t^2}} + \frac{2}{9} \arcsin t = \left| \begin{array}{l} z = 1 - t^2, \\ dz = -2tdt, \\ 2tdt = -dz \end{array} \right| = \frac{1}{18} \int \frac{-dz}{\sqrt{z}} + \frac{2}{9} \arcsin t = -\frac{1}{9} \sqrt{z} + \frac{2}{9} \arcsin t + C =$$

$$= -\frac{1}{9} \sqrt{1 - t^2} + \frac{2}{9} \arcsin t + C = -\frac{1}{9} \sqrt{1 - (3x - 2)^2} + \frac{2}{9} \arcsin(3x - 2) + C.$$

Итак, окончательно имеем  $\int \arccos(3x - 2)dx = x \cdot \arccos(3x - 2) + 3J_1$

$$= x \cdot \arccos(3x - 2) + \frac{1}{3} \sqrt{1 - (3x - 2)^2} + \frac{2}{3} \arcsin(3x - 2) + C.$$

**Задание 3.** Найти интегралы методом интегрирования по частям.

1.  $\int (4 - 16x)\sin(4x)dx$ ;  $\int \arcsin x dx$ .
2.  $\int (3x + 4)e^{3x} dx$ ;  $\int \ln(x + 1)dx$ .
3.  $\int x^2 e^{2x} dx$ ;  $\int \arctg \sqrt{6x - 1} dx$ .
4.  $\int (4x - 2)\cos 2x dx$ ;  $\int \arccos x dx$ .
5.  $\int (1 - 4x)\sin 4x dx$ ;  $\int \arctg(\sqrt{x}) dx$ .
6.  $\int (1 - 6x)e^{2x} dx$ ;  $\int \frac{\ln x}{\sqrt{x}} dx$ .

7.  $\int (2x - 3)\cos 2x dx$ ;  $\int \ln(x + \sqrt{1 + x^2}) dx$ .
8.  $\int (4 - 3x)e^{-3x} dx$ ;  $\int \frac{\arcsin(\sqrt{x})}{\sqrt{1-x}} dx$ .
9.  $\int (8 + 16x)\cos 4x dx$ ;  $\int \frac{\arccos(\sqrt{x})}{\sqrt{1-x}} dx$ .
10.  $\int (6x - 2)e^{3x} dx$ ;  $\int \operatorname{arctg}(\sqrt{x-1}) dx$ .
11.  $\int (10x + 3)\sin 5x dx$ ;  $\int \operatorname{arctg}(2x) dx$ .
12.  $\int (2x - 5)\cos(x/2) dx$ ;  $\int \ln(x^2 + 4) dx$ .
13.  $\int e^{-3x}(2 - 9x) dx$ ;  $\int x \cdot \ln x dx$ .
14.  $\int (x + 5)\sin 3x dx$ ;  $\int \operatorname{arctg}(3x) dx$ .
15.  $\int (4x + 5)\sin 5x dx$ ;  $\int \operatorname{arctg}(\sqrt{x-1}) dx$ .
16.  $\int (2 - 4x)\sin 2x dx$ ;  $\int \ln(x^2 + 1) dx$ .
17.  $\int e^{-2x}(14x - 11) dx$ ;  $\int \operatorname{arctg}(\sqrt{3x-1}) dx$ .
18.  $\int (5x + 6)\cos 2x dx$ ;  $\int \frac{\ln x}{x^3} dx$ .
19.  $\int (4x - 3)e^{-2x} dx$ ;  $\int x \cdot \operatorname{arctg} x dx$ .
20.  $\int (3 - x)e^{x/2} dx$ ;  $\int \operatorname{arctg}(\sqrt{2x-1}) dx$ .
21.  $\int x^2 e^{-x/2} dx$ ;  $\int 2x \cdot \ln^2 x dx$ .
22.  $\int x^2 \cos x dx$ ;  $\int (3x^2 - 1)\ln(x+1) dx$ .
23.  $\int x^2 \sin 2x dx$ ;  $\int \operatorname{arctg}(\sqrt{3x-1}) dx$ .
24.  $\int x^2 e^{2x} dx$ ;  $\int \arccos 2x dx$ .
25.  $\int (4 - 4x)e^{2x} dx$ ;  $\int (x^2 + x + 1)\ln x dx$ .
26.  $\int (5x + 3)\cos 3x dx$ ;  $\int \arcsin 2x dx$ .
27.  $\int (2 - 3x)e^{5x} dx$ ;  $\int \ln^2 x dx$ .
28.  $\int x^2 \cos 5x dx$ ;  $\int \operatorname{arctg}(\sqrt{4x-1}) dx$ .
29.  $\int (x^2 + 1)e^x dx$ ;  $\int (x^3 - 1)\ln x dx$ .
30.  $\int (1 - x^2)\sin x dx$ ;  $\int \frac{\operatorname{arctg}(\sqrt{x})}{\sqrt{x}} dx$ .

### 8.3. Интегрирование выражений, содержащих квадратный трёхчлен

Рассмотрим интегралы вида

$$\int \frac{(Mx + N)dx}{ax^2 + bx + c}, (a \neq 0), \quad (1)$$

$$\int \frac{(Mx + N)dx}{\sqrt{ax^2 + bx + c}}, (a \neq 0). \quad (2)$$

Опишем алгоритм процесса нахождения этих интегралов из 4 пунктов.

1) Выделяем полный квадрат в квадратном трёхчлене и делаем первую замену переменной:

$$\begin{aligned} ax^2 + bx + c &= a\left(x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a}\right) = a\left(x^2 + 2x\frac{b}{2a} + \frac{b^2}{4a^2} - \frac{b^2}{4a^2} + \frac{c}{a}\right) = \\ &= a\left(\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{b^2 - 4ac}{4a^2}\right) = a(t^2 \pm m^2), \end{aligned}$$

$$t = x + \frac{b}{2a}, \quad \pm m^2 = -\frac{b^2 - 4ac}{4a^2}, \quad dt = dx.$$

2) В результате замены переменной и применения свойств линейности интеграла вместо интеграла (6.1) получаем:

$$\int \frac{(\alpha t + \beta) dt}{t^2 \pm m^2} = \alpha \int \frac{t dt}{t^2 \pm m^2} + \beta \int \frac{dt}{t^2 \pm m^2}, \quad (3)$$

а вместо интеграла (6.2) получаем один из интегралов:

$$\int \frac{(\alpha t + \beta) dt}{\sqrt{t^2 \pm m^2}} = \alpha \int \frac{t dt}{\sqrt{t^2 \pm m^2}} + \beta \int \frac{dt}{\sqrt{t^2 \pm m^2}}, \quad (4)$$

$$\int \frac{(\alpha t + \beta) dt}{\sqrt{m^2 - t^2}} = \alpha \int \frac{t dt}{\sqrt{m^2 - t^2}} + \beta \int \frac{dt}{\sqrt{m^2 - t^2}}. \quad (5)$$

3) Интегралы с коэффициентом  $\beta$  являются табличными интегралами с номерами 14-17. Для интегралов с коэффициентом  $\alpha$  в (3) и (4) делаем вторую замену переменной  $u = t^2 \pm m^2$ ,  $du = 2t dt$ . Аналогично для интеграла с коэффициентом  $\alpha$  в (5) делаем замену переменной  $u = m^2 - t^2$ ,  $du = -2t dt$ .

Интегралы с коэффициентом  $\alpha$  в (3) сводится к табличному интегралу  $\int \frac{du}{u}$ , а в (4) и (5) – к табличному интегралу  $\int \frac{du}{\sqrt{u}}$  с новыми коэффициентами.

4) Находим табличные интегралы относительно переменных  $t$  и  $u$ , а затем возвращаемся к переменной  $x$ .

**Пример 1.** Найти интеграл  $\int \frac{(x-1)dx}{\sqrt{3-4x-x^2}}$ .

**Решение.** Находим интеграл по цепочке предложенного алгоритма:

$$\begin{aligned} \int \frac{(x-1)dx}{\sqrt{3-4x-x^2}} &= \left| \begin{array}{l} 3-4x-x^2 = -(x^2+4x-3) = -((x+2)^2-7) = -(t^2-7) \\ = 7-t^2, \quad t=x+2, \quad x=t-2, \quad dx=dt \end{array} \right| = \\ &= \int \frac{(t-3)dt}{\sqrt{7-t^2}} = \int \frac{t dt}{\sqrt{7-t^2}} - 3 \int \frac{dt}{\sqrt{7-t^2}} = \left| \begin{array}{l} u=7-t^2, \\ du=-2t dt \\ t dt = -du/2 \end{array} \right| = \int \frac{-du}{\sqrt{u}} - 3 \int \frac{dt}{\sqrt{(\sqrt{7})^2-t^2}} = \\ &= -\frac{1}{2} \cdot 2\sqrt{u} - 3 \arcsin \frac{t}{\sqrt{7}} + C = -\sqrt{3-4x-x^2} - 3 \arcsin \frac{x+2}{\sqrt{7}} + C. \end{aligned}$$

**Ответ:**  $\int \frac{(x-1)dx}{\sqrt{3-4x-x^2}} = -\sqrt{3-4x-x^2} - 3 \arcsin \frac{x+2}{\sqrt{7}} + C.$

**Пример 2.** Найти интеграл  $\int \frac{(x+3)dx}{x^2+x+1}$ .

**Решение.** Находим интеграл по цепочке предложенного алгоритма:

$$\int \frac{(x+3)dx}{x^2+x+1} = \left| \begin{array}{l} x^2+x+1 = x^2 + 2 \cdot x \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{4} - \frac{1}{4} + 1 = \left(x + \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{3}{4} \\ = t^2 + (\sqrt{3}/2)^2, \quad t = x + 1/2, \quad x = t - 1/2, \quad dx = dt \end{array} \right| =$$

$$\begin{aligned}
&= \int \frac{(t+5/2)dt}{t^2+(\sqrt{3}/2)^2} = \int \frac{tdt}{t^2+(\sqrt{3}/2)^2} + \frac{5}{2} \int \frac{dt}{t^2+(\sqrt{3}/2)^2} = \left| \begin{array}{l} u=t^2+(\sqrt{3}/2)^2=t^2+3/4, \\ du=2tdt, \quad tdt=du/2 \end{array} \right| = \\
&= \frac{1}{2} \int \frac{du}{u} + \frac{5}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{2t}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2} \ln|u| + \frac{5}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{2t}{\sqrt{3}} + C = \\
&= \frac{1}{2} \ln(x^2+x+1) + \frac{5}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{2x+1}{\sqrt{3}} + C.
\end{aligned}$$

**Ответ:**  $\int \frac{(x+3)dx}{x^2+x+1} = \frac{1}{2} \ln(x^2+x+1) + \frac{5}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{2x+1}{\sqrt{3}} + C.$

**Задание 4.** Проинтегрировать выражение, содержащее квадратный трехчлен.

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1. $\int \frac{(x+1)dx}{x^2+x+1}.$           | 2. $\int \frac{(2x-1)dx}{\sqrt{x^2-4x+1}}.$  | 3. $\int \frac{xdx}{x^2-4x+5}.$              |
| 4. $\int \frac{(3x-2)dx}{x^2-6x+10}.$        | 5. $\int \frac{xdx}{\sqrt{x^2+4x+5}}.$       | 6. $\int \frac{(3x-6)dx}{\sqrt{x^2-6x+10}}.$ |
| 7. $\int \frac{(3-x)dx}{\sqrt{3-2x-x^2}}.$   | 8. $\int \frac{(5x+1)dx}{x^2+4x+5}.$         | 9. $\int \frac{(3x+2)dx}{x^2+8x+17}.$        |
| 10. $\int \frac{(4x+1)dx}{x^2+2x+2}.$        | 11. $\int \frac{(3x-1)dx}{\sqrt{x^2+2x+3}}.$ | 12. $\int \frac{(5x+4)dx}{\sqrt{x^2+2x+5}}.$ |
| 13. $\int \frac{(x+3)dx}{x^2-2x+2}.$         | 14. $\int \frac{(x-2)dx}{\sqrt{x^2+4x+6}}.$  | 15. $\int \frac{(x-1)dx}{x^2-x+1}.$          |
| 16. $\int \frac{(x+4)dx}{\sqrt{x^2+2x+3}}.$  | 17. $\int \frac{(3x+1)dx}{x^2+2x+3}.$        | 18. $\int \frac{(5x-1)dx}{\sqrt{3-2x-x^2}}.$ |
| 19. $\int \frac{xdx}{x^2+4x+5}.$             | 20. $\int \frac{(x+3)dx}{x^2+2x+5}.$         | 21. $\int \frac{(3x-4)dx}{x^2+2x+2}.$        |
| 22. $\int \frac{(x-4)dx}{x^2-4x+2}.$         | 23. $\int \frac{xdx}{x^2-2x+5}.$             | 24. $\int \frac{xdx}{x^2-10x+29}.$           |
| 25. $\int \frac{(x-4)dx}{\sqrt{x^2-6x+10}}.$ | 26. $\int \frac{xdx}{\sqrt{x^2+2x+2}}.$      | 27. $\int \frac{(3x-1)dx}{x^2+2x+3}.$        |
| 28. $\int \frac{(5x-2)dx}{x^2+4x+5}.$        | 29. $\int \frac{xdx}{\sqrt{x^2+2x+30}}.$     | 30. $\int \frac{(x+4)dx}{x^2+6x+18}.$        |

#### 8.4. Разложение рациональной функции на простейшие дроби

Пусть необходимо разложить рациональную функцию вида

$$R(x) = \frac{P_m(x)}{Q_n(x)}, \quad (1)$$

( $P_m(x)$ ,  $Q_n(x)$  – многочлены степеней  $m$ ,  $n$  соответственно), являющуюся правильной рациональной дробью ( $m < n$ ), на сумму простейших дробей вида

$$\frac{A_i}{(x-\alpha)^i} \quad (A_i, \alpha = \text{const}, i \in N), \quad (2)$$

$$\frac{M_i x + N_i}{(x^2 + px + q)^i} \quad (M_i, N_i, p, q = \text{const}, p^2 - 4q < 0) \quad (3)$$

Сначала знаменатель  $Q_n(x)$  необходимо представить в виде произведения линейных  $(x-\alpha)^k$  и квадратичных  $(x^2 + px + q)^l$  множителей, где  $\alpha$  – есть  $k$ -кратный корень уравнения  $Q_n(x)=0$ , а  $p^2 - 4q < 0$ .

Тогда рациональную функцию (1) можно единственным образом представить в виде суммы простейших дробей (2), (3). При этом каждому множителю  $(x-\alpha)^k$  в разложении знаменателя  $Q_n(x)$  на множители будет соответствовать сумма  $k$ -простейших дробей вида

$$\frac{A_1}{x-\alpha} + \frac{A_2}{(x-\alpha)^2} + \dots + \frac{A_{k-1}}{(x-\alpha)^{k-1}} + \frac{A_k}{(x-\alpha)^k},$$

а каждому множителю  $(x^2 + px + q)^l$  будет соответствовать сумма  $l$ -простейших дробей вида

$$\frac{M_1 x + N_1}{x^2 + px + q} + \frac{M_2 x + N_2}{(x^2 + px + q)^2} + \dots + \frac{M_{l-1} x + N_{l-1}}{(x^2 + px + q)^{l-1}} + \frac{M_l x + N_l}{(x^2 + px + q)^l}.$$

**Замечание:** Дробь (2) при  $i=1$  называется *простейшей дробью первого типа*, а при  $i > 1$  *простейшей дробью второго типа*. Дробь (3) при  $i=1$  называется *простейшей дробью третьего типа*, а при  $i > 1$  *простейшей дробью четвертого типа*.

**Пример 1.** Разложить рациональную функцию

$$R(x) = \frac{x^3 + 3x + 2}{(x^2 - 1)(x^2 - x)(x^3 + 2x^2 + 2x)^2}$$

на простейшие дроби (2), (3) (коэффициенты разложения не вычислять).

**Решение:** Предварительно заметим, что данная функция является правильной рациональной дробью ( $m < n$ ,  $m = 3$ ,  $n = 10$ ). Разложим знаменатель  $Q_n(x) = (x^2 - 1)(x^2 - x)(x^3 + 2x^2 + 2x)^2$  на линейные  $(x-\alpha)^k$  и квадратичные  $(x^2 + px + q)^l$  множители. Итак,  $x^2 - 1 = (x-1)(x+1)$ ,  $x^2 - x = x(x-1)$ ,  $(x^3 + 2x^2 + 2x)^2 = (x \cdot (x^2 + 2x + 2))^2 = x^2(x^2 + 2x + 2)^2$ . Таким образом,

$$Q_n(x) = (x-1)(x+1) x(x-1) x^2(x^2 + 2x + 2)^2 = (x+1)x^3(x-1)^2(x^2 + 2x + 2)^2.$$

Тогда рациональную функцию  $R(x)$  можно разложить на сумму простейших дробей (2), (3) следующим образом

$$R(x) = \frac{A_1}{x+1} + \frac{A_2}{x} + \frac{A_3}{x^2} + \frac{A_4}{x^3} + \frac{A_5}{x-1} + \frac{A_6}{(x-1)^2} + \frac{M_1 x + N_1}{x^2 + 2x + 2} + \frac{M_2 x + N_2}{(x^2 + 2x + 2)^2},$$

где  $A_i, M_j, N_j$  – некоторые постоянные ( $i = 1, \dots, 6$ ,  $j = 1, 2$ ).

**Задание 5.** Разложить рациональную функцию на простейшие дроби (коэффициенты не вычислять).

1.  $\frac{x+5}{(x-1)(x^3+4x^2+5x)^2(x^3-x)}$
2.  $\frac{x^3+10}{(x^2-1)(x^3-x^2)(x^3+2x^2+2x)}$
3.  $\frac{x+15}{(x+1)(x^3+4x^2+5x)^2(x^3+x)}$
4.  $\frac{x+7}{(x^3+x^2+x)(x^3-1)(x^3-x^2-x+1)}$
5.  $\frac{x+11}{(x^3-x)(x^3+4x^2+5x)^2(x^3+x^2-x-1)}$
6.  $\frac{x+8}{(x^3+x^2+x)(x^3-1)(x^3+4x^2+x-6)}$
7.  $\frac{3x-11}{(x^3+x^2)(x^2-1)(x^3-x^2+x)}$
8.  $\frac{5x+7}{(x^3-3x^2+2x)(x^3+2x^2+2x)(x^2-2x+1)}$
9.  $\frac{2x+1}{(x^3+x)(x^3-x)(x^3-1)}$
10.  $\frac{x+10}{(x^3+5x^2+8x+4)(x^3+x^2+x)(x^3-1)}$
11.  $\frac{4x-1}{(x^3-7x^2+12x)(x^3-16x)(x^3+16x)}$
12.  $\frac{5x+6}{(x^4+5x^3+6x^2)(x^3-4x^2)(x^3+4x^2)}$
13.  $\frac{x^2+3}{(x^3-1)(x^2-1)(x^2+x-2)(x^2+x+1)}$
14.  $\frac{7x^3-1}{(x^3+2x)^2(x^2-4)(x^2-5x+6)}$
15.  $\frac{x^2+3}{(x^2-x+1)(x^3+1)(x+1)(x^2-x-2)}$
16.  $\frac{5x+3}{(x^3-x^2)(x^2-1)(x^3+2x^2+2x)}$
17.  $\frac{x+15}{(x^3-x^2-14x+24)(x^3+x^2+x)}$
18.  $\frac{2x^3-9}{(x^2-1)(x^3-1)(x^3+x^2+x)}$
19.  $\frac{3x+8}{x(x^3-8)(x^2-3x+2)(x^3+x)}$
20.  $\frac{x+7}{(x^3+x^2+x)(x^3-1)(x^2-1)}$
21.  $\frac{x+30}{(x^3+4x^2)^2(x^3-4x^2)^2}$
22.  $\frac{4x-3}{(x^3-7x^2+12x)(x^3-4x)x^3}$
23.  $\frac{2x+3}{(x^2-1)^2(x^3-1)(x^3+x^2+x)}$
24.  $\frac{x+51}{(x^3+x^2+2x)(x^3-1)^2(x^2-1)}$
25.  $\frac{5x+7}{(x^3-3x^2+2x)(x^3+2x^2+2x)(x-1)^2}$
26.  $\frac{x^2+3}{(x^3-1)(x^2-1)(x^2+x-2)(x^2+x+1)}$
27.  $\frac{5x+3}{(x^3-x^2)(x^2-1)(x^3+2x^2+2x)}$
28.  $\frac{7x+1}{(x^3+2x)^2(x^2-4)^2(x^2-5x+6)}$
29.  $\frac{x^5-11}{(x^3+x)(x^3-x)^2(x^3-1)(x^2+1)}$
30.  $\frac{3x+4}{(x-1)(x^3+4x^2+5x)(x^2-3x+2)}$

## 8.5. Интегрирование рациональных дробей

Нахождение интеграла

$$\int R(x)dx = \int \frac{P_m(x)}{Q_n(x)} dx \quad (1)$$

от рациональной функции  $R(x)$  ( $P_m(x)$ ,  $Q_n(x)$  – многочлены степеней  $m$ ,  $n$  соответственно) сводится к следующему:

1) проверяют, является ли рациональная функция  $R(x)$  правильной рациональной дробью ( $m < n$ ). Если она не является таковой ( $m \geq n$ ), то сначала необходимо разделить столбиком многочлен  $P_m(x)$  на многочлен  $Q_n(x)$

$$R(x) = \frac{P_m(x)}{Q_n(x)} = S_{m-n}(x) + \frac{\bar{P}_r(x)}{Q_n(x)},$$

в результате чего выделяется неполное частное  $S_{m-n}(x)$ , являющееся целой рациональной функцией (многочленом степени  $m-n$ ), и рациональная функция  $\frac{\bar{P}_r(x)}{Q_n(x)}$ , являющаяся правильной рациональной дробью ( $r < n$ );

2) раскладывают полученную правильную рациональную дробь  $\frac{\bar{P}_r(x)}{Q_n(x)}$  на сумму простейших дробей вида (см.8.4)

$$\frac{A_i}{(x-\alpha)^i} \quad (A_i, \alpha = const, i \in N), \quad (2)$$

$$\frac{M_i x + N_i}{(x^2 + px + q)^i} \quad (M_i, N_i, p, q = const, p^2 - 4q < 0). \quad (3)$$

3) вычисляют интегралы от многочлена  $S_{m-n}(x)$  (интегралы от степенных функций), а также интегралы вида (2) и (3) (см. 8.3).

**Пример 1.** Найти интеграл  $I = \int \frac{8x^2 + 5x + 5}{(x-1)^2(x+2)^2} dx$ .

**Решение:** Заметим, что подынтегральная функция  $R(x) = \frac{8x^2 + 5x + 5}{(x-1)^2(x+2)^2}$

уже является правильной рациональной дробью. Поэтому разложим ее на сумму простейших дробей. Исходное разложение имеет вид (см. 8.4)

$$\frac{8x^2 + 5x + 5}{(x-1)^2(x+2)^2} = \frac{A}{x-1} + \frac{B}{(x-1)^2} + \frac{C}{x+2} + \frac{D}{(x+2)^2}, \quad A, B, C, D = const. \quad (4)$$

Найдем коэффициенты  $A, B, C, D$  по методу неопределенных коэффициентов. Для этого правую часть равенства (6.4) приведем к общему знаменателю:

$$\frac{A}{x-1} + \frac{B}{(x-1)^2} + \frac{C}{x+2} + \frac{D}{(x+2)^2} = \frac{A(x-1)(x+2)^2 + B(x+2)^2 + C(x+2)(x-1)^2 + D(x-1)^2}{(x-1)^2(x+2)^2}$$

Приравняем числитель полученной дроби к числителю  $8x^2 + 5x + 5$  исходной функции  $R(x)$ , то есть

$$A(x-1)(x+2)^2 + B(x+2)^2 + C(x+2)(x-1)^2 + D(x-1)^2 = 8x^2 + 5x + 5 \quad (5)$$

Из полученного равенства (5) и найдем неизвестные коэффициенты  $A, B, C, D$ . Существуют два способа нахождения этих коэффициентов: *способ сравнения коэффициентов* и *способ частных значений* (эти два метода равносильны, а их использование зависит от конкретной задачи).

Поясним смысл *способа сравнения коэффициентов*. Раскрыв левую часть равенства (6.5), выделим коэффициенты при одинаковых степенях аргумента  $x$ :

$$(A+C)x^3 + (3A+B+D)x^2 + (4B-3C-2D)x + (-4A+4B+2C+D).$$

Полученный многочлен (с неизвестными коэффициентами) должен по условию равняться многочлену  $8x^2 + 5x + 5$ , а два многочлена равны только в том случае, когда равны коэффициенты при соответственных степенях. Получаем систему

$$x^3: A+C = 0,$$

$$x^2: 3A+B+D = 8,$$

$$x: 4B-3C-2D = 5,$$

$$x^0: -4A+4B+2C+D = 5.$$

Решив эту систему методом Гаусса, получим  $A=1, B=2, C=-1, D=3$ .

Иногда удобно применить *способ частных значений*, состоящий в том, что в левую и правую части равенства (5) подставляют какие-то частные (удобные) значения аргумента  $x$  (такими являются часто корни знаменателя  $R(x)$  или еще какие-то значения). Тогда задача нахождения неизвестных коэффициентов значительно упрощается. В данном случае в равенство (5) удобно подставить значения  $x=1, x=-2$  (корни знаменателя функции  $R(x)$ ),  $x=0, x=-1$ . Получим (см. равенство (5))

$$x=1: 9B=8(1)^2+5\cdot 1+5=18, \quad B=2,$$

$$x=-2: 9D=8(-2)^2+5(-2)+5=27, \quad D=3,$$

$$x=0: A(-1)(2)^2+B(2)^2+C(2)(-1)^2+D(-1)^2=-4A+4B+2C+D=-4A+8+2C+3=5, \quad -4A+2C=-6,$$

$$x=-1: A(-1-1)(-1+2)^2+B(-1+2)^2+C(-1+2)(-1-1)^2+D(-1-1)^2=-2A+B+4C+4D=-2A+2+4C+12=8, \quad -2A+4C=-6.$$

Легко и в этом случае найти коэффициенты  $A=1, B=2, C=-1, D=3$ .

Итак, найдя коэффициенты  $A, B, C, D$ , разложение (4) примет вид

$$\frac{8x^2+5x+5}{(x-1)^2(x+2)^2} = \frac{1}{x-1} + \frac{2}{(x-1)^2} - \frac{1}{x+2} + \frac{3}{(x+2)^2}.$$

Тогда окончательно вычисляем интеграл  $I = \int \frac{8x^2 + 5x + 5}{(x-1)^2(x+2)^2} dx =$

$$= \int \left( \frac{1}{x-1} + \frac{2}{(x-1)^2} - \frac{1}{x+2} + \frac{3}{(x+2)^2} \right) dx = \ln|x-1| - \frac{2}{x-1} - \ln|x+2| - \frac{3}{x+2} + C.$$

**Пример 2.** Найти интеграл  $I = \int \frac{2x^4 + 3x^3 + 3x^2 - 1}{x^3 + x^2 + x} dx$ .

**Решение:** В данном примере сначала необходимо выделить неполное частное и правильную рациональную дробь, так как подынтегральная функция

$R(x) = \frac{2x^4 + 3x^3 + 3x^2 - 1}{x^3 + x^2 + x}$  не является правильной рациональной дробью ( $m \geq n$ ,

$m = 4, n = 3$ ). Для этого разделим столбиком числитель

$P_4(x) = 2x^4 + 3x^3 + 3x^2 - 1$  дроби на знаменатель  $Q_3(x) = x^3 + x^2 + x$ . Получим:

$$\begin{array}{r|l} 2x^4 + 3x^3 + 3x^2 - 1 & x^3 + x^2 + x \\ \hline 2x^4 + 2x^3 + 2x^2 & 2x + 1 \\ \hline x^3 + x^2 - 1 & \\ x^3 + x^2 + x & \\ \hline -1 - x & \end{array}$$

Итак,  $R(x) = \frac{2x^4 + 3x^3 + 3x^2 - 1}{x^3 + x^2 + x} = 2x + 1 + \frac{-x - 1}{x^3 + x^2 + x}$ . Теперь необходимо

правильную рациональную дробь  $\frac{\bar{P}_r(x)}{Q_n(x)} = \frac{-x - 1}{x^3 + x^2 + x}$  разложить на простейшие

дроби. Соответствующее разложение будет иметь следующий вид

$$\frac{\bar{P}_r(x)}{Q_n(x)} = \frac{-x - 1}{x(x^2 + x + 1)} = \frac{A}{x} + \frac{Bx + C}{x^2 + x + 1}, \quad \text{где } A, B, C = \text{const}. \quad (6)$$

Найдем коэффициенты  $A, B, C$  по методу неопределенных коэффициентов (методом сравнения коэффициентов). Для этого приведем правую часть равенства (6.6) к общему знаменателю

$$\frac{A}{x} + \frac{Bx + C}{x^2 + x + 1} = \frac{A(x^2 + x + 1) + x(Bx + C)}{x(x^2 + x + 1)} = \frac{(A + B)x^2 + (A + C)x + A}{x(x^2 + x + 1)},$$

откуда получим равенство  $(A + B)x^2 + (A + C)x + A = -x - 1$  для нахождения коэффициентов  $A, B, C$ . Переходя от последнего равенства к системе (приравняв коэффициенты при одинаковых степенях аргумента  $x$ )

$$x^2: A + B = 0,$$

$$x^1: A + C = -1,$$

$$x^0: A = -1,$$

найдем  $A = -1, B = 1, C = 0$ .

Итак, имеем окончательно,  $R(x) = 2x + 1 - \frac{1}{x} + \frac{x}{x^2 + x + 1}$ . Теперь не вызывает трудности вычислить исходный интеграл от функции  $R(x)$ :

$$\begin{aligned} \int R(x) dx &= \int \left( 2x + 1 - \frac{1}{x} + \frac{x}{x^2 + x + 1} \right) dx = x^2 + x - \ln|x| + \int \frac{\frac{1}{2}(2x+1) - \frac{1}{2}}{x^2 + x + 1} dx = x^2 + x - \\ &- \ln|x| + \frac{1}{2} \int \frac{(2x+1) dx}{x^2 + x + 1} - \frac{1}{2} \int \frac{dx}{x^2 + x + 1} = x^2 + x - \ln|x| + \frac{1}{2} \ln(x^2 + x + 1) - \frac{1}{2} \int \frac{dx}{\left(x + \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{3}{4}} = \\ &= x^2 + x - \ln|x| + \frac{1}{2} \ln(x^2 + x + 1) - \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg}\left(x + \frac{1}{2}\right) + C. \end{aligned}$$

**Задание 6.** Найти интегралы от рациональных дробей.

1.  $\int \frac{2x^3 + 6x^2 + 7x + 2}{x(x+1)^3} dx$ ;  $\int \frac{3x^2 + 14x + 37}{(x-1)(x^2 + 4x + 13)} dx$ .

2.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 4x + 24}{(x-2)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{4x^4 - 4x^3 + x^2 + 5}{4x^3 + 4x^2 + 5x} dx$ .

3.  $\int \frac{x^3 - 6x^2 + 13x - 6}{(x+2)(x-2)^3} dx$ ;  $\int \frac{5dx}{x^3 + 2x^2 + 5x}$ .

4.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 14x + 10}{(x+1)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{4x^2 + 2x + 2}{(x+1)(x^2 + 2x + 2)} dx$ .

5.  $\int \frac{x^3 - 6x^2 + 11x - 10}{(x+2)(x-2)^3} dx$ ;  $\int \frac{6x^2 + 9x + 6}{(x+1)(x^2 + 2x + 2)} dx$ .

6.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 13x + 9}{(x+1)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{20x}{(x+4)(x^2 + 4x + 20)} dx$ .

7.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 11x + 10}{(x+2)(x-2)^3} dx$ ;  $\int \frac{9x}{(x-5)(x^2 + 2x + 10)} dx$ .

8.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 - 14x - 10}{(x-1)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{5}{(x+1)(2x^2 + 2x + 5)} dx$ .

9.  $\int \frac{6x^2 + 12x + 9}{(x+1)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{4x^2 - 2x + 2}{(x+1)(x^2 - 2x + 2)} dx$ .

10.  $\int \frac{x^3 - 6x^2 + 14x - 6}{(x+1)(x-2)^3} dx$ ;  $\int \frac{2x^2 - 3x - 3}{(x-1)(x^2 - 2x + 5)} dx$ .

11.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 13x + 8}{x(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{-8x^2 - 12}{(x+1)(x^2 - 6x + 13)} dx$ .

12.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 11x + 7}{(x+1)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{2x+3}{(x-1)(x^2+2x+2)} dx$ .
13.  $\int \frac{2x^3 + 6x^2 + 7x + 4}{(x+2)(x+1)^3} dx$ ;  $\int \frac{2x+1}{(x-4)(x^2-3x+10)} dx$ .
14.  $\int \frac{x^3 - 6x^2 + 10x - 10}{(x+1)(x-2)^3} dx$ ;  $\int \frac{dx}{(x+1)(x^2+x+1)}$ .
15.  $\int \frac{2x^3 + 6x^2 + 7x + 1}{(x-1)(x+1)^3} dx$ ;  $\int \frac{4x}{(x-1)(x^2+4x+5)} dx$ .
16.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 10x + 10}{(x-1)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{x^3 + 1}{(x-1)(x^2-4x+5)} dx$ .
17.  $\int \frac{x^3 + x + 2}{(x+2)x^3} dx$ ;  $\int \frac{2x-3}{(x+1)(x^2-x+2)} dx$ .
18.  $\int \frac{3x^3 + 9x^2 + 10x + 2}{(x-1)(x+1)^3} dx$ ;  $\int \frac{x^3 - 12x + 20}{x^4 - 6x^3 + 10x^2} dx$ .
19.  $\int \frac{2x^3 + x + 1}{(x+1)x^3} dx$ ;  $\int \frac{2x^2 - 3x - 3}{(x-1)(x^2-2x+5)} dx$ .
20.  $\int \frac{2x^3 + 6x^2 + 7x}{(x-2)(x+1)^3} dx$ ;  $\int \frac{8dx}{x^3 + 4x^2 + 8x}$ .
21.  $\int \frac{2x^3 + 6x^2 + 5x + 4}{(x-2)(x+1)^3} dx$ ;  $\int \frac{x^4 + 4x^2 + 15}{x^3 + 2x^2 + 5x} dx$ .
22.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 14x + 4}{(x-2)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{3x+10}{x^3 + 4x^2 + 5x} dx$ .
23.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 18x - 4}{(x-2)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{5dx}{x^3 - 4x^2 + 5x}$ .
24.  $\int \frac{x^3 - 6x^2 + 13x - 6}{(x+2)(x-2)^3} dx$ ;  $\int \frac{4dx}{x^3 - 4x^2 + 8x} dx$ .
25.  $\int \frac{x^3 + 6x^2 + 10x + 12}{(x-2)(x+2)^3} dx$ ;  $\int \frac{x-3}{(x+1)(x^2-x+4)} dx$ .
26.  $\int \frac{2x^3 + 6x^2 - 7x}{(x-2)(x-1)^3} dx$ ;  $\int \frac{6x^2 - 9x + 6}{(x+1)(x^2-2x+2)} dx$ .
27.  $\int \frac{2x^3 - 12x^2 + 26x - 12}{(x+2)(x-2)^3} dx$ ;  $\int \frac{10dx}{x^3 + 2x^2 + 5x}$ .
28.  $\int \frac{2x^3 + 6x^2 + 5x + 4}{(x-2)(x+1)^3} dx$ ;  $\int \frac{3x-10}{x^3 - 4x^2 + 5x} dx$ .

$$29. \int \frac{x^3 + 6}{(x^2 - 1)(x^2 - 4)} dx; \quad \int \frac{dx}{(x+1)(x^2 + 5x + 6)} dx.$$

$$30. \int \frac{3x - 4}{x^3(x - 2)} dx; \quad \int \frac{x + 2}{x(x^2 + 2x + 2)} dx.$$

### 8.6. Формула Ньютона – Лейбница для вычисления определённого интеграла

Определённый интеграл вычисляем по формуле Ньютона – Лейбница, применяя первообразную  $F(x)$  для подынтегральной функции  $f(x)$ :

$$\int_a^b f(x) dx = F(x)|_a^b = F(b) - F(a).$$

**Задание 7.** Вычислить точное значение интеграла  $\int_a^b f(x) dx$ :

1.  $a = 1, b = 9, f(x) = \sqrt{6x - 5}, n = 8.$

2.  $a = -1, b = 7, f(x) = \sqrt[3]{9x + 1}, n = 8.$

3.  $a = -3, b = 5, f(x) = \sqrt[3]{9x + 19}, n = 8.$

4.  $a = -1, b = 7, f(x) = \sqrt{3x + 4}, n = 8.$

5.  $a = -2, b = 6, f(x) = \sqrt{3x + 7}, n = 8.$

6.  $a = 0, b = 8, f(x) = \sqrt[3]{9x - 8}, n = 8.$

7.  $a = 1, b = 9, f(x) = \sqrt[3]{9x - 17}, n = 8.$

8.  $a = 2, b = 10, f(x) = \sqrt[3]{9x - 26}, n = 8.$

9.  $a = 3, b = 11, f(x) = \sqrt[3]{9x - 35}, n = 8.$

10.  $a = 4, b = 12, f(x) = \sqrt[3]{9x - 44}, n = 8.$

11.  $a = -2, b = 6, f(x) = \sqrt[3]{9x + 10}, n = 8.$

12.  $a = 0,1, b = 1,1, f(x) = (x - 0,1)\sqrt{5x + 3,5}, n = 10.$

13.  $a = 0,2, b = 1,2, f(x) = (x - 0,2)\sqrt{5x + 3}, n = 10.$

14.  $a = 0,3, b = 1,3, f(x) = (x - 0,3)\sqrt{5x + 2,5}, n = 10.$

15.  $a = 0,4, b = 1,4, f(x) = (x - 0,4)\sqrt{5x + 2}, n = 10.$

16.  $a = 0,5, b = 1,5, f(x) = (x - 0,5)\sqrt{5x + 1,5}, n = 10.$

17.  $a = -0,1, b = 0,9, f(x) = (x + 0,1)\sqrt{5x + 4,5}, n = 10.$

18.  $a = -0,2, b = 0,8, f(x) = (x + 0,2)\sqrt{5x + 5}, n = 10.$

19.  $a = -0,3, b = 0,7, f(x) = (x + 0,3)\sqrt{5x + 5,5}, n = 10.$

20.  $a = -0,4, b = 0,6, f(x) = (x + 0,4)\sqrt{5x + 6}, n = 10.$

21.  $a = -0,5, b = 0,5, f(x) = (x + 0,5)\sqrt{5x + 6,5}, n = 10.$

22.  $a = 0, b = 0,5, f(x) = 1 / \sqrt{1 - x^2}, n = 5.$

23.  $a = 1, b = 10, f(x) = x\sqrt{x-1}, n = 9.$   
 24.  $a = 2, b = 6, f(x) = (x+1)\sqrt{x-2}, n = 8.$   
 25.  $a = 0, b = 4, f(x) = \frac{\sqrt{x}}{x+1}, n = 8.$   
 26.  $a = 1, b = 9, f(x) = \frac{1}{\sqrt{x+1}}, n = 8.$   
 27.  $a = -3, b = 5, f(x) = \sqrt{3x+10}, n = 8.$   
 28.  $a = 2, b = 10, f(x) = \sqrt{3x-5}, n = 8.$   
 29.  $a = 0, b = 8, f(x) = \sqrt{6x+1}, n = 8.$   
 30.  $a = -1, b = 7, f(x) = \sqrt{6x+7}, n = 8.$

### 8.7. Сходимость несобственных интегралов первого рода (интегралов с бесконечным пределом интегрирования)

Если функция  $f(x)$  определена и непрерывна на полуинтервале  $x \in [a, +\infty)$ , то по определению *несобственным интегралом первого рода (интегралом с бесконечным пределом интегрирования)* считают функционал

$$\int_a^{+\infty} f(x)dx = \lim_{b \rightarrow +\infty} \left( \int_a^b f(x)dx \right). \quad (1)$$

Если существует конечный предел правой части равенства (1), то интеграл (1) *сходится*. Если предел правой части равен бесконечности или вообще не существует, то интеграл (1) *расходится*.

При вычислении интеграла (1) необходимо знать первообразную  $F(x)$  для функции  $f(x)$ . Если ее удалось найти, то  $\int_a^{+\infty} f(x)dx = \lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) - F(a)$ . Однако не всегда удается найти первообразную  $F(x)$  и тогда для установления сходимости или расходимости интеграла (9.1) прибегают к соответствующим признакам, из которых наиболее часто используют два: признак сравнения и предельный признак.

*Признак сравнения:* пусть при  $x \in [a, +\infty)$   $0 \leq f(x) \leq g(x)$  ( $f(x), g(x)$  – непрерывные функции,  $x \in [a, +\infty)$ ). Тогда:

- 1) если  $\int_a^{+\infty} g(x)dx$  – сходится, то  $\int_a^{+\infty} f(x)dx$  – сходится;
- 2) если  $\int_a^{+\infty} f(x)dx$  – расходится, то  $\int_a^{+\infty} g(x)dx$  – расходится.

*Предельный признак:* пусть при  $x \in [a, +\infty)$   $f(x) > 0, g(x) > 0$  и существует предел  $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f(x)}{g(x)} = k; k \neq 0, k \neq \infty$ . Тогда интегралы  $\int_a^{+\infty} f(x)dx, \int_a^{+\infty} g(x)dx$  сходятся или расходятся одновременно.

При установлении вопроса о сходимости, расходимости интеграла (1) пользуются вспомогательными интегралами вида

$$\int_a^{+\infty} \frac{dx}{x^p} = \begin{cases} \frac{a^{1-p}}{1-p} & (\text{сходится}), \text{ если } p > 1, \\ +\infty & (\text{расходится}), \text{ если } p \leq 1. \end{cases} \quad (2)$$

Покажем на примерах, как пользуясь признаками сходимости, расходимости, а также интегралами вида (2), установить сходимость или расходимость интеграла (1).

**Пример 1.** Показать, что интеграл  $J = \int_2^{+\infty} \frac{x + \sin x}{\sqrt{x^5 + 2 + x}} dx$  – сходится.

**Решение:** Воспользуемся признаком сравнения: при  $x \in [2, +\infty)$

$f(x) = \frac{x + \sin x}{\sqrt{x^5 + 2 + x}} > 0$ . Задача состоит в том, чтобы подобрать функцию  $g(x)$  такую, чтобы выполнялись одно из условий 1), 2) признака сравнения.

При  $x \in [2, +\infty)$  имеем цепочки неравенств: 1), 2) признака сравнения.

При  $x \in [2, +\infty)$  имеем цепочки неравенств:  $x + \sin x < x + x = 2x$ ,  $x^5 + 2 > x^5 \Rightarrow \sqrt{x^5 + 2} > \sqrt{x^5} \Rightarrow \sqrt{x^5 + 2} + x > \sqrt{x^5} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{x^5 + 2 + x}} < \frac{1}{\sqrt{x^5}}$ ,

$f(x) = \frac{x + \sin x}{\sqrt{x^5 + 2 + x}} = (x + \sin x) \cdot \frac{1}{\sqrt{x^5 + 2 + x}} < 2x \cdot \frac{1}{\sqrt{x^5}} = \frac{2}{\sqrt{x^3}} = g(x) > 0$ .

Итак, в качестве функции  $g(x)$  достаточно взять  $g(x) = \frac{2}{\sqrt{x^3}}$  и тогда при

$x \in [2, +\infty)$   $0 < f(x) < g(x)$ ,  $\int_2^{+\infty} g(x) dx = \int_2^{+\infty} \frac{2 dx}{\sqrt{x^3}}$  сходится ( $p = 3/2 > 1$ ). Тогда по

признаку сравнения интеграл  $J = \int_2^{+\infty} \frac{x + \sin x}{\sqrt{x^5 + 2 + x}} dx$  – сходится.

**Пример 2** Показать, что интеграл  $J = \int_4^{+\infty} \frac{x-2}{1+x^2} dx$  – расходится.

**Решение:** Как и в примере 1 при  $x \in [4, +\infty)$   $f(x) = \frac{x-2}{1+x^2} > 0$ . При

$x \in [4, +\infty)$  имеем цепочки неравенств:  $x-2 \geq x/2$  (проверьте!),

$1+x^2 < x^2 + x^2 = 2x^2 \Rightarrow \frac{1}{1+x^2} > \frac{1}{2x^2}$ ,  $f(x) = \frac{x-2}{1+x^2} = (x-2) \cdot \frac{1}{1+x^2} > \frac{x}{2} \cdot \frac{1}{2x^2} = \frac{1}{4x} = g(x) > 0$ .

Здесь в качестве функции  $g(x)$  достаточно взять  $g(x) = \frac{1}{4x}$  и тогда при

$x \in [4, +\infty)$   $0 < g(x) < f(x)$ ,  $\int_4^{+\infty} g(x) dx = \int_4^{+\infty} \frac{dx}{4x}$  расходится ( $p=1$ ). Тогда по при-

знаку сравнения исходный интеграл  $J$  – расходится.

Если подынтегральная функция  $f(x)$  интеграла (9.1) имеет вид дробной функции  $f(x) = \frac{f_1(x)}{f_2(x)}$ , где  $f_1(x), f_2(x)$  содержат переменную  $x$  в каких-то степенях (в том числе и дробных), то удобно пользоваться предельным признаком сходимости интегралов.

**Пример 3.** Исследовать на сходимость  $J = \int_2^{+\infty} \frac{(x^2 + \sqrt{x} - 1)dx}{\sqrt{x^5} - 1}$ .

**Решение:** Воспользуемся предельным признаком сходимости. Здесь  $f(x) = \frac{x^2 + \sqrt{x} - 1}{\sqrt{x^5} - 1} > 0$  при  $x \in [2, +\infty)$ . Задача – найти функцию  $g(x) > 0$  и

$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f(x)}{g(x)} = k \neq \{0, +\infty\}$ . Функция  $g(x)$  отыскивается следующим образом: в чис-

лителе и знаменателе функции  $f(x)$  отыскиваются слагаемые, содержащие  $x$  в старших степенях (старшие степени  $x$  обозначаются соответственно  $m, n$ ). В данном случае в числителе – это  $x^2$  ( $m=2$ ), а в знаменателе –  $\sqrt{x^5}$  ( $n=5/2$ ). Составляется число  $p = n - m = 5/2 - 2 = 1/2$ . Тогда в качестве функции  $g(x)$  достаточно взять  $g(x) = \frac{1}{x^\alpha} = \frac{1}{x^{1/2}} = \frac{1}{\sqrt{x}}$  (напомним, что  $\int_2^{+\infty} g(x)dx = \int_2^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt{x}}$  – расходуется как интеграл вида (2) при  $p = 1/2 < 1$ ).

Найдем  $k = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f(x)}{g(x)} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \left( \frac{x^2 + \sqrt{x} - 1}{\sqrt{x^5} - 1} \right) / \left( \frac{1}{\sqrt{x}} \right) =$   
 $= \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\sqrt{x}(x^2 + \sqrt{x} - 1)}{\sqrt{x^5} - 1} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\sqrt{x^5} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{x^3}} - \frac{1}{x^2} \right)}{\sqrt{x^5} \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{x^5}} \right)} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{1 + \frac{1}{\sqrt{x^3}} - \frac{1}{x^2}}{1 - \frac{1}{\sqrt{x^5}}} =$   
 $= \left[ \frac{1 + 0 - 0}{1 - 0} \right] = 1$ . Итак, по предельному признаку сходимости интеграл  $J$  расходится.

**Задание 8.** Исследовать на сходимость несобственный интеграл первого рода для подынтегральной функции.

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{(x^2 + 1)(x + 1)}$ | 2. $\int_1^{+\infty} \frac{\sqrt{x}dx}{\sqrt{x^5} + x + 1}$       | 3. $\int_1^{+\infty} \frac{(x + 3)dx}{x^5 + 3x + 1}$ |
| 4. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^2 + 8x + 16}$    | 5. $\int_1^{+\infty} \frac{(x + 3)dx}{x^3 + 3x^2 + 2}$            | 6. $\int_1^{+\infty} \frac{6xdx}{3x^2 + 2x + 5}$     |
| 7. $\int_1^{+\infty} \frac{\cos x dx}{x^3}$       | 8. $\int_2^{+\infty} \frac{(x + \sqrt{x})dx}{\sqrt{x^3} + x + 5}$ | 9. $\int_0^{+\infty} \frac{dx}{4x + 1}$              |

- |   |  |   |
|---|--|---|
| 10. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^2 + 5x}$ .                        | 11. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt{x} + 1}$ .         | 12. $\int_1^{+\infty} \frac{x + \sqrt{x} + 2}{x^2 + \sqrt{x} + 3} dx$ . |
| 13. $\int_1^{+\infty} \frac{x\sqrt{x} + x^2 + 1}{x^4 - x + 1} dx$ . | 14. $\int_1^{+\infty} \frac{\sqrt{x} dx}{x^3 - x + 1}$ . | 15. $\int_5^{+\infty} \frac{3x + 4x^3 dx}{x^7 - \sqrt{x} + 3}$ .        |
| 16. $\int_2^{+\infty} \frac{(\sqrt{x} + 1) dx}{x^3 + 2x - 1}$ .     | 17. $\int_1^{+\infty} \frac{2 dx}{x + \sqrt{x^5} + 5}$ . | 18. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt[3]{x^4} + 5x + 1}$ .              |
| 19. $\int_3^{+\infty} \frac{(x + 6) dx}{x^3 + 3x + 1}$ .            | 20. $\int_9^{+\infty} \frac{\sqrt{x} dx}{x^2 + 1}$ .     | 21. $\int_4^{+\infty} \frac{x + 2}{x^2 - 1} dx$ .                       |
| 22. $\int_0^{+\infty} \frac{(5x + 3) dx}{x^3 + 4}$ .                | 23. $\int_1^{+\infty} \frac{(x^3 + 1) dx}{x^4 + 3}$ .    | 24. $\int_0^{+\infty} \frac{dx}{x^2 + \sqrt{x} + 1}$ .                  |
| 25. $\int_1^{+\infty} \frac{x^3 dx}{3x^5 + x + 2}$ .                | 26. $\int_1^{+\infty} \frac{\sqrt{x} dx}{3x^3 + 1}$ .    | 27. $\int_4^{+\infty} \frac{x dx}{x^3 + x + 1}$ .                       |
| 28. $\int_2^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt{3x + 3}}$ .                   | 29. $\int_0^{+\infty} \frac{\sqrt[3]{x} dx}{3x^2 + 5}$ . | 30. $\int_4^{+\infty} \frac{\sqrt{x} dx}{\sqrt{x} + x^2}$ .             |

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 9 «КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

### 9.1. Комплексные числа и действия над ними в алгебраической форме

В школьной математике постепенно обобщалось понятие чисел по цепочке: натуральные числа  $\mathbb{N}$ , целые числа  $\mathbb{Z}$ , рациональные числа  $\mathbb{Q}$ , действительные числа  $\mathbb{R}$ . Возможно ли дальнейшее обобщение для чисел? В цепочке включений числовых множеств имеем знак вопроса:  $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \{?\}$ .

Действительные числа изображаются точками на прямой линии – на числовой оси, при этом между точками прямой линии и действительными числами установлено взаимно-однозначное соответствие (рис.1(а)). Поэтому новым обобщённым числам места на числовой прямой уже не хватает. И от геометрии возникает подсказка – искать обобщение в виде чисел, которые изображаются точками на плоскости, а алгебраически – рассматривать всевозможные упорядоченные пары  $(x, y)$  действительных чисел  $x$  и  $y$  и обозначать каждую пару своей одной буквой в форме  $z = (x, y)$  (рис.1(б)).

**Определение.** Упорядоченные пары  $z_1 = (x_1, y_1)$  и  $z_2 = (x_2, y_2)$  называют *равными* и пишут  $z_1 = z_2$ , если  $x_1 = x_2$  и  $y_1 = y_2$ .

Например,  $(-3, 1) = (-3, 1)$ , но  $(-3, 1) \neq (1, -3)$ .

Упорядоченные пары в математике применялись в разных смыслах как: 1) координаты точки на плоскости, 2) координаты вектора на плоскости, 3) матрицы размеров  $1 \times 2$ . Отличие упорядоченных пар как новых чисел – комплексных чисел – дано в следующем определении.

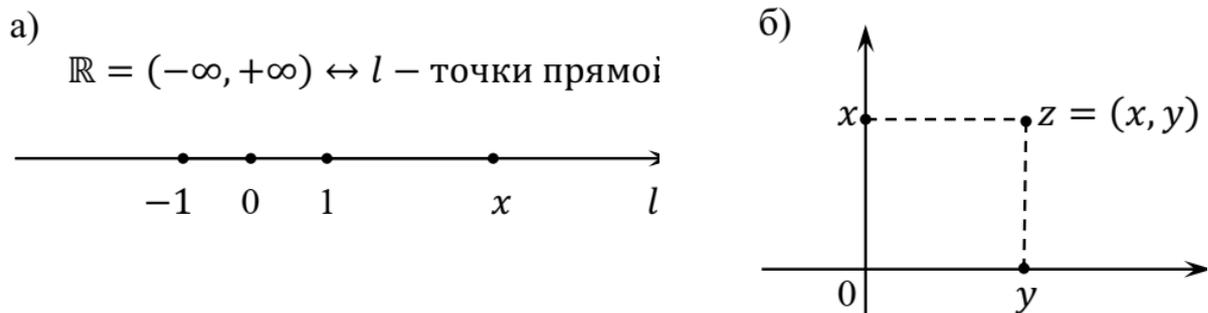


Рис.1. а) Взаимно-однозначное соответствие множества  $\mathbb{R}$  действительных чисел и множества точек прямой линии  $l$ . б) Геометрическая идея – искать обобщение чисел как точек плоскости в форме  $z = (x, y)$ .

**Определение.** Всевозможные упорядоченные пары  $z = (x, y)$  действительных чисел  $x$  и  $y$  называются *комплексными числами*, если для любых двух таких пар  $z_1 = (x_1, y_1)$  и  $z_2 = (x_2, y_2)$  определены сумма и произведение по следующим правилам:

- 1)  $z_1 + z_2 = (x_1, y_1) + (x_2, y_2) = (x_1 + x_2, y_1 + y_2)$ ;
- 2)  $z_1 \cdot z_2 = (x_1, y_1) \cdot (x_2, y_2) = (x_1 \cdot x_2 - y_1 \cdot y_2, x_1 \cdot y_2 + y_1 \cdot x_2)$ .

Множество всех комплексных чисел обозначают буквой  $\mathbb{C}$  от латинского слова *complex*. Если  $z = (x, y)$ , то первую часть  $x$  числа  $z$  называют *действительной* частью и обозначают  $x = \operatorname{Re} z$  (от английского слова *real*), а вторую часть  $y$  числа  $z$  называют *мнимой* частью и обозначают  $x = \operatorname{Im} z$  (от латинского слова *imaginarium*).

**Теорема.** Сумма и произведение комплексных чисел обладают такими же свойствами как сумма и произведение действительных чисел:

- 1)  $z_1 + z_2 = z_2 + z_1$ , 2)  $z_1 \cdot z_2 = z_2 \cdot z_1$ , 3)  $z_1 + (z_2 + z_3) = (z_1 + z_2) + z_3$ ,
- 4)  $z_1 \cdot (z_2 \cdot z_3) = (z_1 \cdot z_2) \cdot z_3$ , 5)  $(z_1 + z_2) \cdot z_3 = z_1 \cdot z_3 + z_2 \cdot z_3$ .

**Доказательство** здесь не рассматриваем.

**Следствие.** Для комплексных чисел выполняются формулы сокращённого умножения, т.к. для их вывода достаточно было выполнения свойств 1) – 5).

Комплексные числа вида  $(x, 0)$  ведут себя при сложении и умножении как обычные действительные числа – их мнимые части остаются равными 0:

$$(x_1, 0) + (x_2, 0) = (x_1 + x_2, 0), (x_1, 0) \cdot (x_2, 0) = (x_1 \cdot x_2, 0).$$

Поэтому далее примем по определению, что  $(x, 0) \stackrel{\text{def}}{=} x$ . В частности,  $(0, 0) = 0, (1, 0) = 1$ .

Рассмотрим произведение действительного числа  $\lambda = (\lambda, 0)$  на комплексное число  $z = (x, y)$ :

$$\lambda \cdot z = (\lambda, 0) \cdot (x, y) = (\lambda \cdot x - 0 \cdot y, \lambda \cdot y + 0 \cdot x) = (\lambda \cdot x, \lambda \cdot y),$$

или кратко:  $\lambda \cdot (x, y) = (\lambda \cdot x, \lambda \cdot y)$ .

Получается интересный вывод: комплексные числа относительно операции сложения и относительно операции умножения на действительное число ведут себя как радиус-векторы точек на комплексной плоскости в координатной форме, а геометрически изображаются этими радиус-векторами. При этом сложение комплексных чисел осуществляется по правилу параллелограмма (рис.2).

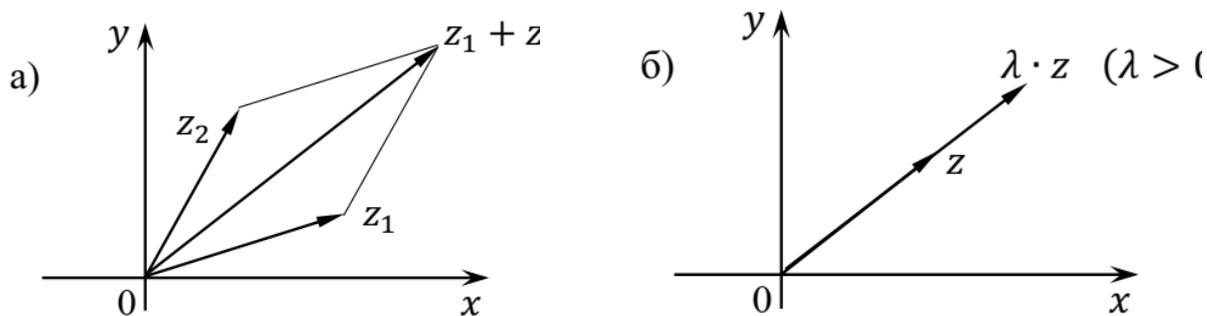


Рис.2. Изображение комплексных чисел радиус-векторами точек комплексной плоскости. а) Сложение комплексных чисел  $z_1$  и  $z_2$  по правилу параллелограмма. б) Умножение комплексного числа  $z$  на действительное число  $\lambda$ .

Комплексное число  $(0,1)$  назовём *мнимой единицей* и обозначим его как  $i$ , т.е.  $i = (0,1)$ . Найдём квадрат этого числа:  $i^2 = (0,1) \cdot (0,1) = (-1,0) = -1$ . Итак, получено, что  $i^2 = -1$ . Это удивительный результат!

Теперь имеем возможность представить любое комплексное число в новой форме:  $z = (x, y) = (x, 0) + (0, y) = x \cdot (1,0) + y \cdot (0,1) = x \cdot 1 + y \cdot i = x + iy$ , где знак умножения подразумевается и не пишется. Запись комплексного числа в виде  $z = x + iy$  называется *алгебраической формой записи комплексного числа*. Выполнять сложение и умножение комплексных чисел в алгебраической форме удобно как над двучленами по обычным правилам 1) – 5), известным для действительных чисел. Только  $i^2$  нужно заменять на  $(-1)$ .

**Пример 1.**  $(2 - i)^2 = 2^2 - 2 \cdot 2 \cdot i + i^2 = 4 - 4i - 1 = 3 - 4i$ .

**Пример 2.**  $(1 - 3i)(2 + 4i) = 2 + 4i - 6i - 12i^2 = 2 - 2i + 12 = 14 - 2i$ .

**Определение** (тернарного отношения). Число  $z$  называется *разностью* чисел  $z_1$  и  $z_2$ , если  $z_1 = z + z_2$ .

Покажем, что уравнение  $z_1 = z + z_2$  разрешимо относительно  $z$ . Пусть  $z_1 = x_1 + iy_1, z_2 = x_2 + iy_2, z = x + iy$ . Тогда уравнение  $z_1 = z + z_2$  примет вид:

$$\begin{aligned} x_1 + iy_1 &= (x + iy) + (x_2 + iy_2) \Leftrightarrow x_1 + iy_1 = (x + x_2) + i(y + y_2) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \begin{cases} x_1 = x + x_2 \\ y_1 = y + y_2 \end{cases} &\Leftrightarrow \begin{cases} x = x_1 - x_2 \\ y = y_1 - y_2 \end{cases} \end{aligned}$$

Таким образом отношение «быть разностью» разрешается однозначно и является функциональным, обозначается как  $z = z_1 - z_2$ , а результат находится по формуле  $z = z_1 - z_2 = (x_1 + iy_1) - (x_2 + iy_2) = (x_1 - x_2) + i(y_1 - y_2)$ .

Пусть  $z = x + iy$  – комплексное число. Тогда число  $\bar{z} = x - iy$  называется *комплексно сопряжённым* относительно числа  $z$ . Найдём произведение  $z \cdot \bar{z} = (x + iy)(x - iy) = x^2 - i^2y^2 = x^2 + y^2$ , оно оказалось неотрицательным действительным числом. Арифметический корень из этого числа называют *модулем комплексного числа  $z$*  и обозначают так же как модуль действительного числа:  $|z| = \sqrt{z \cdot \bar{z}} = \sqrt{x^2 + y^2}$ . При этом для действительного числа  $x$  выполняется равенство  $\sqrt{x^2} = |x|$ , поэтому понятие модуля комплексного числа обобщает понятие модуля действительного числа. Геометрический смысл модуля комплексного числа – это длина радиус-вектора, изображающего это число.

**Определение** (тернарного отношения). Число  $z$  называется *частным* чисел  $z_1$  и  $z_2$ , если  $z_1 = z \cdot z_2$ .

Покажем, что уравнение  $z_1 = z \cdot z_2$  разрешимо относительно  $z$ , если при этом  $z_2 \neq 0$ . Умножим левую и правую часть уравнения на  $\overline{z_2}$  справа:

$$z_1 \cdot \overline{z_2} = (z \cdot z_2) \cdot \overline{z_2}.$$

Воспользуемся сочетательным свойством в правой части уравнения:

$$z_1 \cdot \overline{z_2} = z \cdot (z_2 \cdot \overline{z_2}).$$

Множитель  $(z_2 \cdot \overline{z_2})$  является действительным и положительным, обратное ему число тоже положительно. Отсюда находим искомое:

$$z = \frac{z_1 \cdot \overline{z_2}}{z_2 \cdot \overline{z_2}}.$$

Отношение «быть частным чисел  $z_1$  и  $z_2$ » оказалось функциональным относительно  $z$ . Знаком функции «частное чисел  $z_1$  и  $z_2$ » является горизонтальная черта и её модификации, либо двоеточие. Итак, соответствующая операция «деление  $z_1$  на  $z_2$ » выполнима и осуществляется по формуле:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1 \cdot \overline{z_2}}{z_2 \cdot \overline{z_2}}.$$

**Пример 3.** Вычислить  $\frac{1-i}{2-3i}$ .

**Решение.**  $\frac{1-i}{2-3i} = \frac{(1-i)(2+3i)}{(2-3i)(2+3i)} = \frac{2+3i-2i-3i^2}{4-9i^2} = \frac{2+i+3}{4+9} = \frac{5+i}{13} = \frac{5}{13} + \frac{1}{13}i$ .

Говоря на языке алгоритмики, заключаем, что для комплексных чисел определены бинарные операции сложения и умножения и обратные им операции вычитания и деления (если делитель не равен 0) – основные арифметические операции. Также можно ввести сингулярную операцию возведения в натуральную степень  $n$ . Далее в §69 будет решён вопрос с извлечением корня  $n$ -й степени из комплексного числа.

В математике алгебраическая структура, в которой над предметами введены операции сложения и умножения со свойствами 1) – 5), при наличии обратимости сложения, называется *кольцом*. Комплексные числа образуют кольцо.

Кольцо с наличием противоположных элементов и с операцией деления, кроме деления на 0, называется *полем*. Комплексные числа образуют поле. Также поле образуют рациональные числа, действительные числа. А вот целые числа образуют кольцо, но не образуют поле.

## 9.2. Действия над комплексными числами в тригонометрической форме.

### Формула Муавра

Положение комплексного числа  $z = x + iy$  на комплексной плоскости можно характеризовать не только декартовыми координатами  $(x, y)$ , но и полярными координатами  $(\varphi, r)$  (рис.1). При этом  $r = |z| = \sqrt{x^2 + y^2}$  – это модуль комплексного числа,  $\varphi = \text{Arg } z$  – *аргумент* комплексного числа. Аргумент комплексного числа определяется не однозначно, поэтому выделяют *arg z* – *главное значение аргумента* из угловых промежутков  $[0, 2\pi)$  или  $(-\pi, \pi]$  и добавляют к нему целое число оборотов:  $\text{Arg } z = \text{arg } z + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$ .

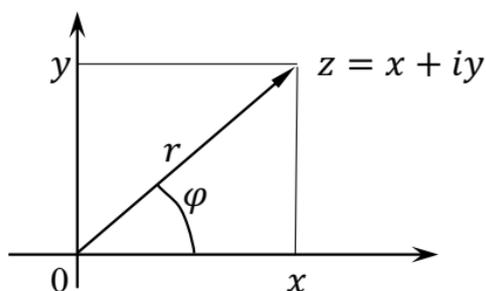


Рис.1. Полярные координаты  $(\varphi, r)$  комплексного числа  $z$  на комплексной плоскости.

Декартовы координаты выражаются через полярные формулами:

$$\begin{cases} x = r \cos \varphi, \\ y = r \sin \varphi. \end{cases} \quad (1)$$

Переход к полярным координатам от декартовых осуществляется по формулам:

$$\begin{cases} r = \sqrt{x^2 + y^2}, \\ \operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{x}. \end{cases} \quad (2)$$

В алгебраической форме записи комплексного числа воспользуемся формулами (1):  $z = x + iy = r \cos \varphi + ir \sin \varphi = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ . В результате получаем *тригонометрическую форму записи* комплексного числа:

$$z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi). \quad (3)$$

Тригонометрическая форма комплексных чисел особо удобна для выполнения операций умножения, деления и возведения в натуральную степень  $n$ . Пусть  $z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)$ ,  $z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$ . Тогда:

- 1)  $z_1 \cdot z_2 = r_1 \cdot r_2 \cdot (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2))$ ;
- 2)  $\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} \cdot (\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 - \varphi_2))$ ;
- 3)  $z^n = r^n \cdot (\cos n\varphi + i \sin n\varphi)$ .

Последняя формула называется *формулой Муавра*<sup>1</sup>.

Выведем первую из формул, опираясь на формулы тригонометрии:

$$\begin{aligned} z_1 \cdot z_2 &= r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1) \cdot r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2) = \\ &= r_1 r_2 (\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 + i \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 + i \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + i^2 \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2) = \\ &= r_1 r_2 (\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + i(\sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2)) = \\ &= r_1 r_2 (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2)). \end{aligned}$$

Обоснование формул два и три предоставляем в качестве упражнения читателю. При обосновании формулы Муавра нужно воспользоваться методом математической индукции с применением формулы один.

**Пример.** Вычислить  $(1 + i\sqrt{3})^6$ .

**Решение.** Представим число  $(1 + i\sqrt{3})$  в тригонометрической форме, пользуясь формулами (2):  $r = \sqrt{1^2 + (\sqrt{3})^2} = 2$ ,  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}$ ,  $\varphi = \arg z = \frac{\pi}{3}$ . Получили:  $1 + i\sqrt{3} = 2 \left( \cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \right)$  (смотри рис.2).

<sup>1</sup> Муавр, Абрахам де (1677-1754) – английский математик французского происхождения. Формула обнаружена в 1722 году.

Применим формулу Муавра:

$$(1 + i\sqrt{3})^6 = 2^6 \left( \cos \left( 6 \cdot \frac{\pi}{3} \right) + i \sin \left( 6 \cdot \frac{\pi}{3} \right) \right) = 64(\cos 2\pi + i \cdot \sin 2\pi) = 64.$$

**Ответ:**  $(1 + i\sqrt{3})^6 = 64$ .

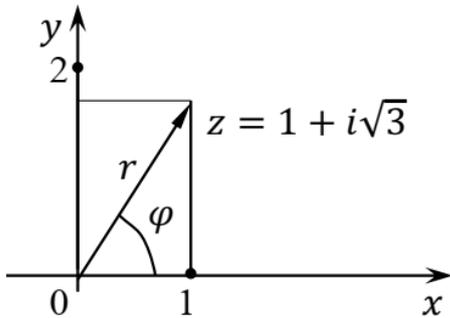


Рис.2. К представлению комплексного числа  $(1 + i\sqrt{3})$  в тригонометрической форме.

### 9.3. Извлечение корней натуральной степени из комплексного числа

Пусть  $n$  – натуральное число,  $n \geq 2$ .

**Определение** (бинарного отношения). Комплексное число  $w$  является корнем  $n$ -й степени из комплексного числа  $z$ , если  $w^n = z$ .

Считая число  $z$  известным, а число  $w$  не известным, зададимся проблемой разрешимости уравнения  $w^n = z$  относительно  $w$ . Покажем, что проблема разрешима и что имеется ровно  $n$  различных решений, если  $z \neq 0$ . Если же  $z = 0$ , то имеем один корень  $w = 0$ .

Представим числа в тригонометрической форме:

$z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ , при этом  $r$  и  $\varphi$  известны, и для  $\varphi$  берётся главное значение аргумента, т.е.  $\varphi = \arg z$ ;

$w = \rho(\cos \theta + i \sin \theta)$ , при этом  $\rho$  и  $\theta$  не известны,  $\theta = \arg w$ .

Запишем уравнение  $w^n = z$  в тригонометрической форме и воспользуемся сразу формулой Муавра:

$$\rho^n(\cos n\theta + i \sin n\theta) = r(\cos \varphi + i \sin \varphi).$$

Из последнего уравнения получаем систему уравнений, причём третье уравнение системы фактически является совокупностью уравнений:

$$\begin{cases} \rho^n = r, \\ \theta = \arg w, \\ n\theta = \varphi + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \rho = (\sqrt[n]{r})_+, \\ \theta = \arg w, \\ \theta = \frac{\varphi + 2\pi k}{n}, k \in \mathbb{Z}. \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \rho = (\sqrt[n]{r})_+, \\ \theta = \arg w = \frac{\varphi + 2\pi k}{n}, k = 0, 1, \dots, n-1, \end{cases}$$

где  $(\sqrt[n]{r})_+$  – арифметический корень из положительного числа. Бинарное отношение оказалось многозначным, поэтому ему соответствует  $n$  функциональных зависимостей, для которых введём обозначения  $w_k = (\sqrt[n]{z})_k$ .

Для практического использования запишем следующую формулу для совокупности  $n$  различных корней из комплексного числа  $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ :

$$(\sqrt[n]{z})_k = w_k = (\sqrt[n]{r})_+ \cdot \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \cdot \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right), k = 0, 1, \dots, n - 1. \quad (1)$$

**Замечание.** Все корни располагаются в комплексной плоскости на окружности радиуса  $(\sqrt[n]{r})_+$  и соответствуют вершинам правильного  $n$ -угольника (при  $n > 2$ ), при этом нулевой корень имеет главное значение аргумента  $\frac{\varphi}{n}$ , а аргумент каждого следующего корня больше аргумента предыдущего корня на  $\frac{2\pi}{n}$ .

**Пример 1.** Найти  $(\sqrt{-1})_{0,1}$ .

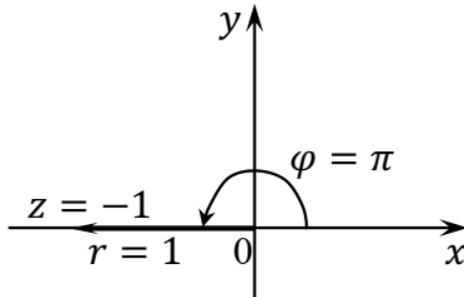


Рис.1. К представлению числа  $z = -1$  в тригонометрической форме.

**Решение.** Представим число  $-1$  в тригонометрической форме (рис.1):  
 $-1 = 1 \cdot (\cos \pi + i \cdot \sin \pi)$ .

Применим формулу (1):

$$(\sqrt{-1})_k = w_k = (\sqrt{1})_+ \cdot \left( \cos \frac{\pi + 2\pi k}{2} + i \cdot \sin \frac{\pi + 2\pi k}{2} \right), k = 0, 1.$$

Находим все корни по порядку:

$$w_0 = 1 \cdot \left( \cos \frac{\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{\pi}{2} \right) = 0 + i \cdot 1 = i.$$

$$w_1 = 1 \cdot \left( \cos \frac{\pi + 2\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{\pi + 2\pi}{2} \right) = \cos \frac{3\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{3\pi}{2} = 0 + i \cdot (-1) = -i.$$

**Ответ:**  $(\sqrt{-1})_{0,1} = \pm i$ .

**Замечание.** Можно показать, что если  $D < 0$ , то

$$(\sqrt{D})_{0,1} = (\sqrt{-|D|})_{0,1} = \pm i (\sqrt{|D|})_+.$$

Поэтому теперь можно решать квадратные уравнения с действительными коэффициентами и комплексной переменной. Более того, можно решать квадратные уравнения с комплексными коэффициентами и комплексной переменной.

**Пример 2.** Решить уравнение  $z^2 + 6z + 13 = 0$ .

**Решение.** Находим дискриминант:  $D = 6^2 - 4 \cdot 1 \cdot 13 = 36 - 52 = -16$ . При этом  $(\sqrt{-16})_{0,1} = \pm i (\sqrt{16})_+ = \pm 4i$ . Формула корней квадратного уравнения сохраняет свой вид. Получаем  $z_{0,1} = \frac{-6 \pm 4i}{2} = -3 \pm 2i$ .

**Ответ:**  $z_{0,1} = -3 \pm 2i$ .

**Пример 3.** Найти  $(\sqrt[3]{i})_k, k = 0, 1, 2$ .

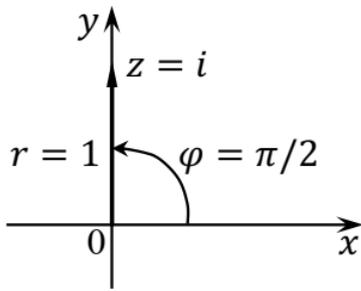


Рис.2. К представлению числа  $z = i$  в тригонометрической форме.

**Решение.** Представим число  $z = i$  в тригонометрической форме (рис.2):

$$i = 1 \cdot \left( \cos \frac{\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{\pi}{2} \right).$$

Применим формулу (1):

$$\left( \sqrt[3]{i} \right)_k = w_k = \left( \sqrt[3]{1} \right)_+ \cdot \left( \cos \frac{\pi/2 + 2\pi k}{3} + i \cdot \sin \frac{\pi/2 + 2\pi k}{3} \right), k = 0, 1, 2.$$

Находим все корни по порядку (рис.3):

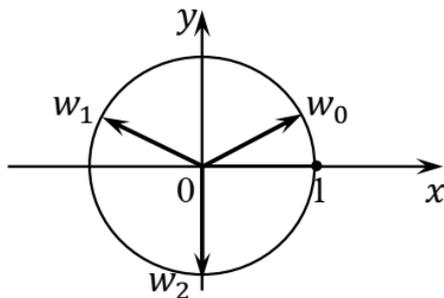


Рис.3. Все корни  $\left( \sqrt[3]{i} \right)_k, k = 0, 1, 2$ :

$$w_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2};$$

$$w_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2};$$

$$w_2 = -i.$$

$$w_0 = \left( \sqrt[3]{1} \right)_+ \cdot \left( \cos \frac{\pi}{6} + i \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right) = 1 \cdot \left( \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2} \right) = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2};$$

$$w_1 = \left( \sqrt[3]{1} \right)_+ \cdot \left( \cos \frac{\pi/2 + 2\pi}{3} + i \cdot \sin \frac{\pi/2 + 2\pi}{3} \right) = \cos \frac{5\pi}{6} + i \cdot \sin \frac{5\pi}{6} = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2};$$

$$w_2 = \left( \sqrt[3]{1} \right)_+ \cdot \left( \cos \frac{\pi/2 + 4\pi}{3} + i \cdot \sin \frac{\pi/2 + 4\pi}{3} \right) = \cos \frac{3\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{3\pi}{2} = 0 + i \cdot (-1) = -i;$$

Ответ:  $w_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}; w_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}; w_2 = -i$  (смотри рис.3).

#### 9.4. Формула Эйлера. Показательная форма комплексного числа

Рассмотрим комплексные числа  $\varepsilon(\varphi) = \cos \varphi + i \cdot \sin \varphi$ , расположенные в комплексной плоскости на окружности единичного радиуса с центром в начале координат (рис.1), полагая, что  $\varphi = \text{Arg } \varepsilon(\varphi)$ . Эти числа функционально зависят от своего аргумента  $\varphi$  посредством функции  $\varepsilon$ .

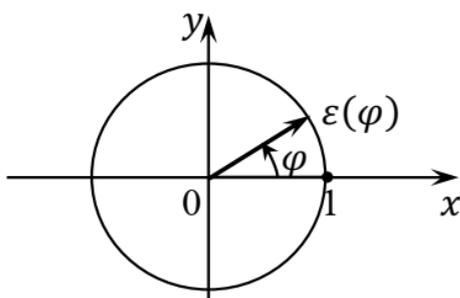


Рис.1. Комплексные числа на окружности единичного радиуса:  
 $\varepsilon(\varphi) = \cos \varphi + i \cdot \sin \varphi$ .

Для этих чисел выполняются свойства 1) – 3) из 9.2, которые можно рассмотреть как свойства функции  $\varepsilon(\varphi)$ :

$$1) \varepsilon(\varphi_1) \cdot \varepsilon(\varphi_2) = \varepsilon(\varphi_1 + \varphi_2);$$

$$2) \varepsilon(\varphi_1) : \varepsilon(\varphi_2) = \varepsilon(\varphi_1 - \varphi_2);$$

$$3) (\varepsilon(\varphi))^n = \varepsilon(n\varphi), n \in \mathbb{N}.$$

Таковыми свойствами обладает показательная функция, которую всегда можно привести к основанию числа  $e$ . Полагаем, что  $\varepsilon(\varphi) = e^{a\varphi}$ , где  $a$  – некоторое комплексное число. Далее нестрогим эвристическим путём мы получим очень важную формулу – формулу Эйлера, для которой существует также строгое обоснование.

Найдём производную функции  $\varepsilon(\varphi)$ , исходя из двух аналитических представлений значений этой функции и предполагая выполнимость формул дифференцирования, которые были верны для функций действительной переменной:

$$\varepsilon'(\varphi) = (\cos \varphi + i \cdot \sin \varphi)' = -\sin \varphi + i \cdot \cos \varphi = i(\cos \varphi + i \cdot \sin \varphi) = i \varepsilon(\varphi);$$

$$\varepsilon'(\varphi) = (e^{a\varphi})' = ae^{a\varphi} = a \varepsilon(\varphi).$$

Отсюда заключаем, что  $a = i$  и получаем *формулу Эйлера*<sup>2</sup>:

$$e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \cdot \sin \varphi. \quad (1)$$

Заменяя в показателе  $\varphi$  на  $(-\varphi)$  и учитывая чётность косинуса и нечётность синуса, получаем следствие из формулы Эйлера:

$$e^{-i\varphi} = \cos \varphi - i \cdot \sin \varphi. \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) арифметически выражаем также  $\cos \varphi$  и  $\sin \varphi$ :

$$\cos \varphi = \frac{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}}{2}, \quad (3)$$

$$\sin \varphi = \frac{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}{2i}. \quad (4)$$

Это удивительное открытие – в области комплексных чисел показательная функция и тригонометрические функции оказались арифметическими родственниками!

Пусть комплексное число представлено в тригонометрической форме:  $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ . Заменяя выражение в скобках по формуле (1), получаем представление комплексного числа *в показательной форме записи*:

$$z = r \cdot e^{i\varphi}. \quad (5)$$

В показательной форме записи естественными выглядят операции умножения, деления, возведения в натуральную  $n$ -ю степень, извлечения корней  $n$ -й степени:

$$z_1 \cdot z_2 = (r_1 e^{i\varphi_1}) \cdot (r_2 e^{i\varphi_2}) = r_1 r_2 e^{i(\varphi_1 + \varphi_2)},$$

$$z_1 / z_2 = (r_1 e^{i\varphi_1}) / (r_2 e^{i\varphi_2}) = (r_1 / r_2) e^{i(\varphi_1 - \varphi_2)},$$

$$z^n = r^n \cdot e^{in\varphi},$$

$$(\sqrt[n]{z})_k = (\sqrt[n]{r \cdot e^{i\varphi}})_k = w_k = (\sqrt[n]{r})_+ \cdot e^{i\frac{\varphi + 2\pi k}{n}}, k = 0, 1, \dots, n - 1.$$

Пусть в формуле Эйлера  $\varphi = \pi$ . Тогда

<sup>2</sup> Эйлер, Леонард (1707-1783) – швейцарский, немецкий и российский математик и механик. Формула Эйлера была записана в привычном виде и обоснована Эйлером в 1740 году, но ранее она была приведена в 1714 году английским математиком Роджером Котсом в логарифмической форме.

$$e^{i\pi} = \cos \pi + i \cdot \sin \pi = -1 + i \cdot 0 = -1.$$

Отсюда получаем самую красивую, по мнению подписчиков математических сайтов, формулу математики

$$e^{i\pi} + 1 = 0,$$

в которой вместе присутствуют важнейшие константы математики:  $1, 0, i, e, \pi$ , а также знак равенства, операции сложения, умножения и возведения в степень.

Но открытия продолжаются!

**Определение.** Комплексное число  $w$  называют *натуральным логарифмом* комплексного числа  $z$  и пишут  $w = \ln z$ , если  $e^w = z$ .

Покажем, что уравнение  $e^w = z$  разрешимо относительно  $w$ :

$$z = r \cdot e^{i\varphi} = e^{\ln r} \cdot e^{i\varphi} = e^{\ln r + i\varphi}.$$

Отсюда получаем  $w = \ln r + i\varphi$ , т.е.  $\ln z = \ln r + i\varphi$ , или чуть иначе:

$$\ln z = \ln|z| + i \cdot \arg z. \quad (6)$$

Например,  $\ln(-1) = \ln 1 + i \cdot \pi = i \cdot \pi$ .

В общем случае рассматривают многозначный логарифм:

$$\operatorname{Ln} z = \ln|z| + i \cdot \operatorname{Arg} z.$$

Подводя итог, мы увидели, что над комплексными числами можно производить четыре арифметических действия и действие возведения в натуральную степень, законы которых являются такими же, как законы действий над действительными числами. Извлечение всех корней натуральной степени всегда осуществимо, в отличие от действительных чисел. Можно решать квадратные уравнения с комплексными коэффициентами, в том числе с отрицательными дискриминантами и действительными коэффициентами. В области комплексных чисел обнаружилось генетическое родство показательной функции и тригонометрических функций. Определены логарифмы комплексных чисел, в том числе отрицательных действительных чисел.

Возвращаясь к началу темы, мы можем написать цепочку обобщений понятия чисел:  $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \mathbb{C}$ . Возникал вопрос дальнейшего обобщения понятия числа. Но математиками было доказано, что дальнейшее обобщение понятия числа невозможно. При этом попутно в математику были внесены понятия *кватернионов* (у них не выполняется переместительный закон умножения), *двойных* и *дуальных* чисел (у них есть «неполноценность» операции деления). С этими понятиями можно познакомиться в математической литературе и в Интернете.

Отметим, что комплексные числа в нашей дисциплине будут применяться в разделе «Дифференциальные уравнения», а для специалитета – и в других разделах математики.

Комплексные числа, первоначально назывались мнимыми числами, записывались в форме  $a + b\sqrt{-1}$  и использовались при решении квадратных и кубических уравнений. В 1545 году их применил Кардано, в 1572 году – Бомбелли, оба итальянские математики. Кардано высказывался, что «эти сложнейшие величины бесполезны, хотя и хитроумны». Затем такими числами занимались Декарт, Лейбниц, Муавр, Котс и многие другие математики. Эйлер предложил знак « $i$ » для мнимой единицы в 1777 году. Термин «комплексные числа» предложил

Гаусс в 1831 году. В 1893 году Чарлз Штеймец предложил использовать комплексные числа для описания электрических цепей переменного тока. Без комплексных чисел невозможно описание электромагнитного поля уравнениями Максвелла. Законы квантовой механики невозможно описать без комплексных чисел. И даже механические колебания хорошо описываются с помощью комплексных чисел. Комплексные числа как бы «пробивали себе дорогу» в математике, говоря иначе, открывались математиками постепенно, отношение к ним изменялось от недоверия до доверия высокого уровня как к надёжному инструменту описания и познания действительности.

**Задание 1.** Выполнить действия над комплексными числами. Результаты записать в трех формах и изобразить геометрически.

1.  $\frac{1+i\sqrt{3}}{2+2i}$ ;  $\left(\frac{-1+i\sqrt{3}}{2}\right)^{60}$ ;  $\sqrt[4]{1}$ .
2.  $\frac{2+2i}{-1+i\sqrt{3}}$ ;  $\left(\frac{1+i}{\sqrt{2}}\right)^{40}$ ;  $\sqrt{3-4i}$ .
3.  $\frac{\cos\pi+i\sin\pi}{\cos(\pi/3)+i\sin(\pi/3)}$ ;  $\left(\frac{1+i\sqrt{3}}{2}\right)^{30}$ ;  $\sqrt[3]{-1}$ .
4.  $\frac{\cos(45^\circ)+i\sin(45^\circ)}{\cos(15^\circ)+i\sin(15^\circ)}$ ;  $(-3+4i)^3$ ;  $\sqrt[3]{2+2i}$ .
5.  $\frac{\cos(\pi/4)+i\sin(\pi/4)}{\cos(3\pi/4)+i\sin(3\pi/4)}$ ;  $(1+\sqrt{3}i)^4$ ;  $\sqrt[4]{i}$ .
6.  $\frac{1}{2+3i}$ ;  $(1+i)^4$ ;  $\sqrt[4]{-1}$ .
7.  $\frac{1-i}{1+i}$ ;  $\left(\frac{\sqrt{3}+i}{2}\right)^6$ ;  $\sqrt[4]{-16}$ .
8.  $\frac{2}{1-3i}$ ;  $(1+i)^6$ ;  $\sqrt[5]{1}$ .
9.  $\frac{-\sqrt{2}+i\sqrt{6}}{-1+i\sqrt{3}}$ ;  $(1+\sqrt{3}i)^3$ ;  $\sqrt[3]{-8}$ .
10.  $\frac{5+i\sqrt{2}}{1-i\sqrt{2}}$ ;  $(-1+i)^4$ ;  $\sqrt[3]{\sqrt{2}-i\sqrt{6}}$ .
11.  $\frac{2+3i}{1+i}$ ;  $\left(\frac{1-i\sqrt{3}}{2}\right)^{10}$ ;  $\sqrt{1+i}$ .
12.  $\frac{5-12i}{3+4i}$ ;  $(1-i\sqrt{3})^6$ ;  $\sqrt[3]{-i}$ .
13.  $\frac{3+4i}{3-4i}$ ;  $(-1-i)^6$ ;  $\sqrt[3]{i}$ .
14.  $\frac{1-i\sqrt{3}}{2-2i}$ ;  $\left(\frac{-1-i\sqrt{3}}{2}\right)^8$ ;  $\sqrt{\sqrt{2}+i\sqrt{2}}$ .
15.  $\frac{2+2i}{1+i\sqrt{3}}$ ;  $\left(\frac{-1+i\sqrt{3}}{2}\right)^9$ ;  $\sqrt[5]{i}$ .
16.  $\frac{\sqrt{3}-3i}{-1+i}$ ;  $\left(\frac{\sqrt{3}+i}{2}\right)^8$ ;  $\sqrt{\sqrt{2}+i\sqrt{2}}$ .
17.  $\frac{\cos(\pi/3)+i\sin(\pi/3)}{\cos(\pi)+i\sin(\pi)}$ ;  $(\sqrt{2}+i\sqrt{2})^6$ ;  $\sqrt[3]{27}$ .
18.  $\frac{5-i}{1+2i}$ ;  $\left(\frac{-\sqrt{3}+i}{2}\right)^{12}$ ;  $\sqrt[4]{2\sqrt{2}-2\sqrt{2}i}$ .

19.  $\frac{7-2i}{2+i}$ ;  $(-\sqrt{2} + \sqrt{2}i)^4$ ;  $\sqrt{3+4i}$ .      20.  $\frac{2+3i}{2-3i}$ ;  $\left(\frac{1-i}{\sqrt{2}}\right)^{40}$ ;  $\sqrt[4]{-i}$ .
21.  $\frac{-2+5i}{5-2i}$ ;  $\left(\frac{1-\sqrt{3}i}{2}\right)^6$ ;  $\sqrt{1+\sqrt{3}i}$ .      22.  $\frac{2-2i}{1-\sqrt{3}i}$ ;  $\left(\frac{-1-i}{\sqrt{2}}\right)^5$ ;  $\sqrt[4]{16}$ .
23.  $\frac{-2+2i}{5-i}$ ;  $\left(\frac{\sqrt{3}+i}{2}\right)^{15}$ ;  $\sqrt[6]{64}$ .      24.  $\frac{2-7i}{9+i}$ ;  $\left(\frac{-\sqrt{3}+i}{2}\right)^{21}$ ;  $\sqrt{12+5i}$ .
25.  $\frac{5+3i}{4-2i}$ ;  $(-\sqrt[3]{3} + \sqrt[3]{3}i)^3$ ;  $\sqrt{-12+5i}$ .      26.  $\frac{1-19i}{2+i}$ ;  $\left(\frac{\sqrt{3}-i}{2}\right)^{27}$ ;  $\sqrt[6]{i}$ .
27.  $\frac{4+5i}{6-i}$ ;  $(\sqrt{2} - \sqrt{2}i)^9$ ;  $\sqrt[3]{\sqrt{6} + \sqrt{2}i}$ .      28.  $\frac{13-i}{3+4i}$ ;  $\left(\frac{\sqrt{2} - \sqrt{2}i}{4}\right)^4$ ;  $\sqrt[3]{\sqrt{6} - \sqrt{2}i}$ .
29.  $\frac{3+4i}{13+i}$ ;  $(-1 + \sqrt{3}i)^4$ ;  $\sqrt[3]{-\sqrt{6} - \sqrt{2}i}$ .      30.  $\frac{2+5i}{5+2i}$ ;  $(\sqrt{6} + \sqrt{2}i)^3$ ;  $\sqrt[6]{-i}$ .

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 10 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

### 10.1. Общие сведения о дифференциальных уравнениях 1-го порядка.

#### Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными

Существуют три основные формы записи ДУ 1-го порядка: 1) общая форма записи:  $F(x, y, y') = 0$ ; 2) запись в форме, разрешённой относительно производной:  $y' = f(x, y)$ ; 3) запись в дифференциалах:  $M(x, y)dx + N(x, y)dy = 0$ .

Рассмотрим основные понятия, связанные с ДУ 1-го порядка на примере простого уравнения:

$$y' = 2x. \quad (1)$$

Решением таких уравнений мы уже занимались – нахождением неопределённого интеграла:  $y = \int 2x dx = x^2 + C$ , т.е.  $y = x^2 + C$ , где  $C$  – произвольная постоянная. Итак, вся совокупность решений уравнения (1) имеет вид:

$$y = x^2 + C. \quad (2)$$

Семейство функциональных зависимостей вида (2), содержащее всю совокупность решений ДУ далее будем называть *общим решением* (ОР) ДУ и записывать как  $y = \varphi(x, C)$ .

**Замечание.** Некоторые ДУ могут иметь также *особые решения*, которые не могут быть выделены из ОР ни при каком значении  $C$ .

Решение, полученное из общего решения приданием  $C$  конкретного значения  $C_0$ , называется *частным решением* (ЧаР) ДУ. Обычно частное решение  $y = \varphi(x, C_0)$  выделяется из общего решения с помощью *начальных условий*:

$$y|_{x=x_0} = y_0 \quad (3)$$

которые читаются как « $y = y_0$  при условии, что  $x = x_0$ ». При этом  $C = C_0$  является решением уравнения  $\varphi(x_0, C) = y_0$ .

**Пример 1.** Выделить из общего решения (2) частное решение с помощью начальных условий  $y|_{x=1} = 2$ .

**Решение.** Подставляя начальные условия в общее решение, получаем уравнение  $1^2 + C = 2$ , откуда получаем  $C = 1$  и записываем частное решение

$$y = x^2 + 1.$$

Данное частное решение и несколько других решений из семейства (2) изображены на рисунке 1. График каждого частного решения ДУ называется *интегральной кривой*.

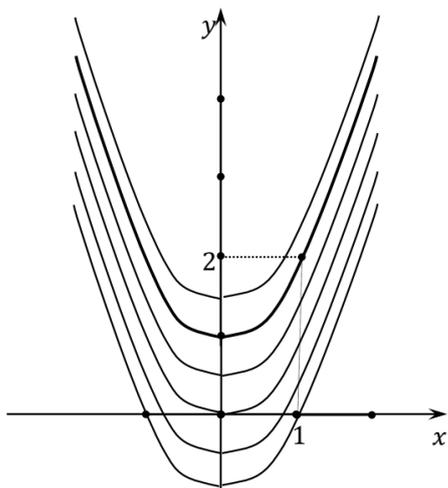


Рис.1. Несколько интегральных кривых из семейства решений (2). Жирным выделена интегральная кривая частного решения, удовлетворяющего начальным условиям  $y|_{x=1} = 2$ .

Сделаем обобщение. *Общим решением* ДУ  $F(x, y, y') = 0$  называется такое семейство функциональных зависимостей  $y = \varphi(x, C)$ , которое удовлетворяет двум условиям:

1) Уравнение  $F(x, \varphi(x, C), \varphi'(x, C)) = 0$  удовлетворяется тождественно относительно  $x$  и  $C$ .

2) Для любых допустимых начальных условий  $y|_{x=x_0} = y_0$  из уравнения  $\varphi(x_0, C) = y_0$  находим такое значение  $C = C_0$ , что частное решение  $y = \varphi(x, C_0)$  удовлетворяет поставленным начальным условиям.

Задача нахождения частного решения ДУ  $F(x, y, y') = 0$ , удовлетворяющего начальным условиям  $y|_{x=x_0} = y_0$ , называется *задачей Коши*.

Вопрос о существовании решений ДУ раскрывается теоремой.

**Теорема Коши** (о существовании и единственности решения ДУ).

Пусть правая часть ДУ  $y' = f(x, y)$  вместе со своей частной производной  $f'_y(x, y)$  непрерывны в некоторой области  $D$ , лежащей в плоскости  $Oxy$ . Тогда через любую точку  $(x_0, y_0) \in D$  проходит интегральная кривая, притом только одна. Другими словами, существует единственное частное решение  $y = \varphi(x, C_0)$ , удовлетворяющее начальным условиям  $y|_{x=x_0} = y_0$  из области  $D$ .

Доказательство теоремы не рассматриваем. Однако ниже дана геометрическая иллюстрация теоремы (рис.2), в которой показано, что интегральные кривые в области  $D$ , при выполнении условий теоремы, не пересекаются, покрывая всю область  $D$ .

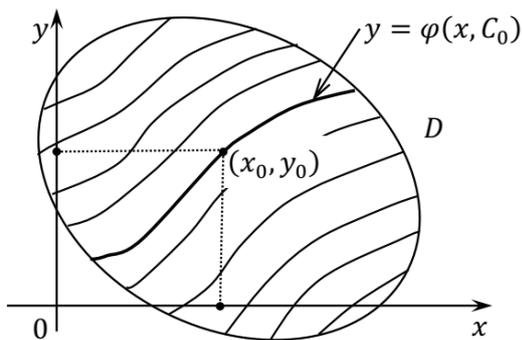


Рис.2. Семейство интегральных кривых для семейства функциональных зависимостей  $y = \varphi(x, C)$ . Через точку  $(x_0, y_0) \in D$  проходит единственная интегральная кривая – график функциональной зависимости  $y = \varphi(x, C_0)$ .

Рассмотрим, как решаются ДУ с разделяющимися переменными, записанные в дифференциалах:

$$M_1(x) \cdot N_2(y)dx + M_2(x) \cdot N_1(y)dy = 0. \quad (4)$$

Применять к частям уравнений интегралы будет безрезультатным, т.к. функциональная зависимость  $y$  от  $x$  или  $x$  от  $y$  не известна. Поделим все части уравнения (4) на произведение  $M_2(x)N_2(y)$ , чтобы отделить переменные. Получим ДУ с разделёнными переменными:

$$\frac{M_1(x)}{M_2(x)} dx + \frac{N_1(y)}{N_2(y)} dy = 0. \quad (5)$$

Далее можем получить общее решение в неявной форме – общий интеграл:

$$\int \frac{M_1(x)}{M_2(x)} dx + \int \frac{N_1(y)}{N_2(y)} dy = C. \quad (6)$$

**Замечание.** Требуется проверять, не будут ли решения уравнений  $M_2(x) = 0$  и  $N_2(y) = 0$  решения исходного ДУ (4).

**Пример 1.** Решить задачу Коши:

$$ydx + x(y + 1)dy = 0, y|_{x=1} = 1.$$

**Решение.** Делим все части уравнения на  $xy$ , при этом допустимые решения  $x = 0, y = 0$  не удовлетворяют начальным условиям и далее не рассматриваются. После разделения переменных получаем:

$$\frac{dx}{x} + \left(1 + \frac{1}{y}\right) dy = 0.$$

Составляем общий интеграл:

$$\int \frac{dx}{x} + \int \left(1 + \frac{1}{y}\right) dy = C.$$

Находим общий интеграл:

$$\ln|x| + y + \ln|y| = C.$$

Применяем начальные условия и находим  $C$ :

$$\ln|1| + 1 + \ln|1| = C, C = 1.$$

Составляем частный интеграл:

$$\ln|x| + y + \ln|y| = 1.$$

Преобразуем частный интеграл в частное решение в форме функциональной зависимости  $x$  от  $y$ :

$$\ln|xy| = 1 - y, \ln|xy| = \ln e^{1-y}, x = \frac{e^{1-y}}{y}.$$

Знак плюс при освобождении от знака модуля выбрали в соответствии с начальными условиями.

**Ответ.** Решение задачи Коши – частное решение:  $x = \frac{e^{1-y}}{y}$ . Заметим, что здесь аналитически выразить  $y$  через  $x$  невозможно.

ДУ с разделяющимися переменными встречается также в форме:

$$y' = f_1(x) \cdot f_2(y). \quad (7)$$

В этом случае ДУ приводится к форме (4) и решается уже указанным путём. Заменяем  $y' = \frac{dy}{dx}$  в уравнении (7) и постепенно получаем общий интеграл:

$$\frac{dy}{dx} = f_1(x)f_2(y), \quad dy = f_1(x)f_2(y)dx, \quad \frac{dy}{f_2(y)} = f_1(x)dx, \quad \int \frac{dy}{f_2(y)} = \int f_1(x)dx + C.$$

**Замечание.** Возможные решения следует проверить из условия  $f_2(y) = 0$ , которые могут быть потеряны при делении на  $f_2(y)$ .

**Пример 2.** Найти общее решение ДУ  $y' = -\frac{y}{x}$ .

**Решение.** Правая часть такова, что  $x \neq 0$ . Заменяем  $y' = \frac{dy}{dx}$ , получаем уравнение  $\frac{dy}{dx} = -\frac{y}{x}$ . Если  $y \neq 0$ , получаем  $\frac{dy}{y} = -\frac{dx}{x}$ ,  $\int \frac{dy}{y} = -\int \frac{dx}{x} + C$ .

Далее интегрируем и осуществляем переобозначение произвольной постоянной:  $\ln|y| = -\ln|x| + \ln|C_1|$ ,  $\ln|C_1| = C$ ,  $C_1 \neq 0$ ,  $\ln|y| = \ln\left|\frac{C_1}{x}\right|$ ,  $y = \frac{C_1}{x}$ .

Итак, получили общее решение  $y = \frac{C_1}{x}$  при условии, что  $C_1 \neq 0$ . Требуется проверить, не будет ли условие  $y = 0$  решением. Т.к. при этом  $y' = 0$ , то исходное уравнение приобретает вид  $0 = -\frac{0}{x}$  и удовлетворяется при всех  $x \neq 0$ . Заметим, что решение  $y = 0$  может быть получено из общего решения  $y = \frac{C_1}{x}$ , если убрать ограничение  $C_1 \neq 0$  и положить  $C_1 = 0$  для частного решения  $y = 0$ .

**Ответ.** Общее решение ДУ имеет вид  $y = \frac{C_1}{x}$  и включает в себя всю совокупность частных решений, при этом  $C_1$  – произвольная постоянная.

**Задание 1.** Решить задачу Коши.

1.  $2\sqrt{x} \cdot y' = y$ ,  $y|_{x=0} = 1$ .
2.  $2(1 + e^x)y \cdot y' = e^x$ ,  $y|_{x=0} = 0$ .
3.  $(y + xy)dx + (x - xy)dy = 0$ ,  $y|_{x=1} = 1$ .
4.  $y'(5x + 3) = y$ ,  $y|_{x=3} = 1$ .
5.  $dy = y \cos^2 x dx$ ,  $y|_{x=0} = 4$ .
6.  $4x^3 y + y' = 0$ ,  $y|_{x=1} = e$ .
7.  $yy' = xe^{-x^2}$ ,  $y|_{x=1} = 0$ .
8.  $xy^2 y' = x + 1$ ,  $y|_{x=1} = 0$ .
9.  $(1 + x^2)y^3 dx - (y^2 - 1)x^3 dy = 0$ ,  $y|_{x=1} = 1$ .
10.  $x^2 y' + y = 0$ ,  $y|_{x=1} = e$ .
11.  $yy' + x = 0$ ,  $y|_{x=3} = 4$ .
12.  $xy' - y = 0$ ,  $y|_{x=2} = 4$ .
13.  $2x = 3y^2 y'$ ,  $y|_{x=0} = 2$ .
14.  $y^2 dx + (x - 1)dy = 0$ ,  $y|_{x=1/2} = 1$ .
15.  $x + xy + y'(y + xy) = 0$ ,  $y|_{x=0} = 0$ .
16.  $\sin x \cos y dx = \cos x \sin y dy$ ,  $y|_{x=0} = \pi/4$ .
17.  $(x + 3)y dy = (y + 2)dx$ ,  $y|_{x=0} = 0$ .
18.  $e^x(1 + e^y) + y'e^y(1 + e^x) = 0$ ,  $y|_{x=0} = 0$ .
19.  $\frac{dy}{3x} - \frac{dx}{2y} = 0$ ,  $y|_{x=1} = 2$ .
20.  $y' = y \sin x$ ,  $y|_{x=0} = 1$ .
21.  $y' = x^2 y - x^2$ ,  $y|_{x=0} = 2$ .
22.  $(e^x + 4)dy - ye^x dx = 0$ ,  $y|_{x=0} = 25$ .

$$23. \quad y y' \sqrt{\frac{1-x^2}{1-y^2}} + 1 = 0, \quad y|_{x=0} = 0.$$

$$25. \quad x y' + y = y^2, \quad y|_{x=1} = 1/2.$$

$$27. \quad y^2 dx - (x+1) dy = 0, \quad y|_{x=1} = 2.$$

$$29. \quad y' = 2\sqrt{y} \ln x, \quad y|_{x=e} = 1.$$

$$24. \quad y' \sin x = y \ln y, \quad y|_{x=\pi/2} = e.$$

$$26. \quad (x^2 - 1)y' + 2xy^2 = 0, \quad y|_{x=0} = 1.$$

$$28. \quad y y' \sqrt{\frac{1+x^2}{1+y^2}} + 1 = 0, \quad y|_{x=0} = 0.$$

$$30. \quad y' \sqrt{4+x^2} = y, \quad y|_{x=0} = 2.$$

## 10.2. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Дифференциальное уравнение Бернулли

*Линейное дифференциальное уравнение* первого порядка имеет вид:

$$y' + p(x)y = q(x), \tag{1}$$

где  $p(x)$  и  $q(x)$  – выражения для известных функций. Если представить уравнение в форме  $y' = f(x, y)$ , то получим  $y' = -p(x)y + q(x)$ , при этом  $f(x, y) = -p(x)y + q(x)$ ,  $f'_y(x, y) = -p(x) + q(x)$ . В соответствии с теоремой Коши, решение существует и единственно для любой точки области  $D$ , имеющей форму полосы вдоль оси  $Oy$  и на таком промежутке для  $x$ , на котором функции  $p(x)$  и  $q(x)$  совместно непрерывны.

Рассмотрим метод решения уравнения (1), который был предложен швейцарским математиком Иоганном Бернулли в 1695 году. Будем искать решение в виде произведения  $y = uv$ , где  $u$  и  $v$  являются значениями двух неизвестных функций аргумента  $x$ :  $u = \varphi(x, C)$ ,  $v = \psi(x)$ , где  $C$  – произвольная постоянная. Подбором функции  $\psi(x)$  будем распоряжаться, когда это будет удобно. Находим производную произведения

$$y' = u'v + uv'$$

и подставляем выражения для  $y'$  и  $y$  в уравнение (1):

$$u'v + uv' + p(x)uv = q(x).$$

Группируем слагаемые:

$$u'v + u(v' + p(x)v) = q(x).$$

Распоряжаемся функцией  $\psi(x)$  первый раз – полагаем, что значение выражения в скобках с переменной  $v$  равно нулю. Тогда получаем систему двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} v' + p(x)v = 0, \\ u'v = q(x). \end{cases} \tag{2}$$

Первое уравнение  $v' + p(x)v = 0$  системы (2) является уравнением с разделяющимися переменными. Решая его, распоряжаемся функцией  $\psi(x)$  второй раз – полагаем постоянную интегрирования, например, равной 0. А при освобождении от модульных скобок под знаком логарифма распорядимся функцией  $\psi(x)$  третий раз – освободимся от модуля со знаком плюс. Найденное функциональное выражение  $v = \psi(x)$  подставим во второе уравнение системы (2):

$$u' \cdot \psi(x) = q(x)$$

Его решением будет  $u = \int \frac{q(x)}{\psi(x)} dx + C = \varphi(x, C)$ . Как итог, получаем общее решение уравнения (1):  $y = \varphi(x, C) \cdot \psi(x)$ .

**Пример 1.** Решить задачу Коши:  $y' + y \cdot \operatorname{ctg} x = 2 \cos x, y|_{x=\frac{\pi}{2}} = 1$ .

**Решение.** Решение данной задачи уже известно из Примера 1 в §71:  $y = \sin x$  при условии, что  $x \neq \pi n$ . Однако там решение было предложено для проверки, но не получено. Здесь мы его получим.

Ещё раз отметим ограничение на значения аргумента из-за присутствия выражения  $\operatorname{ctg} x$  в записи уравнения:  $x \neq \pi n$ .

Будем искать решение в виде произведения  $y = uv$ , где  $u$  и  $v$  являются значениями двух неизвестных функций аргумента  $x$ :  $u = \varphi(x, C)$ ,  $v = \psi(x)$ , где  $C$  – произвольная постоянная. Подбором функции  $\psi(x)$  будем распоряжаться, когда это будет удобно. Находим производную произведения

$$y' = u'v + uv'$$

и подставляем выражения для  $y'$  и  $y$  в исходное уравнение:

$$u'v + uv' + uv \cdot \operatorname{ctg} x = 2 \cos x.$$

Группируем слагаемые:

$$u'v + u(v' + v \cdot \operatorname{ctg} x) = 2 \cos x.$$

Распоряжаемся выражением с  $v$  первый раз – полагаем, что значение выражения в скобках с переменной  $v$  равно нулю. Тогда получаем систему двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} v' + v \cdot \operatorname{ctg} x = 0, \\ u'v = 2 \cos x. \end{cases} \quad (3)$$

Первое уравнение  $v' + v \cdot \operatorname{ctg} x = 0$  системы (3) является уравнением с разделяющимися переменными. Решаем его, полагая произвольную постоянную равной 0 – распоряжаемся выражением с  $v$  второй раз:

$$\frac{dv}{dx} + v \cdot \operatorname{ctg} x = 0, \frac{dv}{v} + \operatorname{ctg} x dx = 0, \int \frac{dv}{v} + \int \operatorname{ctg} x dx = 0,$$

$$\ln|v| + \ln|\sin x| = 0, \ln|v \sin x| = 0, v \sin x = 1, v = \frac{1}{\sin x}.$$

При освобождении от модульных скобок под знаком логарифма распорядились выражением с  $v$  третий раз – освободились от модуля со знаком плюс.

Найденное функциональное выражение  $v = \frac{1}{\sin x}$  подставим во второе уравнение системы (3) и проинтегрируем его:

$$u' \cdot \frac{1}{\sin x} = 2 \cos x, u' = 2 \cos x \sin x, u' = \sin 2x,$$

$$u = \int \sin 2x dx = -\frac{1}{2} \cos 2x + C.$$

Получаем общее решение полученного уравнения:

$$y = uv, y = \left(-\frac{1}{2} \cos 2x + C\right) \cdot \frac{1}{\sin x}, x \neq \pi n.$$

Воспользуемся начальными данными  $y|_{x=\frac{\pi}{2}} = 1$ :

$$1 = \left(-\frac{1}{2} \cos \left(2 \cdot \frac{\pi}{2}\right) + C\right), 1 = \left(\frac{1}{2} + C\right), C = \frac{1}{2}.$$

Получаем частное решение:

$$y = \frac{1 - \cos 2x}{2 \sin x}, x \neq \pi n.$$

Преобразуем полученное частное решение:

$$y = \frac{2\sin^2 x}{2\sin x}, x \neq \pi n.$$

Получаем окончательный вид частного решения:  $y = \sin x, x \neq \pi n$ .

**Ответ.** Частное решение ДУ:  $y = \sin x, x \neq \pi n$ .

*Дифференциальное уравнение Бернулли* имеет вид:

$$y' + p(x)y = q(x)y^n, n \neq 0, n \neq 1. \quad (4)$$

Уравнение (4) также решается методом Бернулли. Рассмотрим решение конкретного уравнения.

**Пример 2.** Найти общее решение ДУ:  $y' - \frac{y}{x} = x^2 y^2$ .

**Решение.** Имеем естественное ограничение  $x \neq 0$ .

Полагаем  $y = uv, y' = u'v + uv'$  и преобразуем ДУ:

$$u'v + uv' - \frac{uv}{x} = x^2 u^2 v^2, u'v + u\left(v' - \frac{v}{x}\right) = x^2 u^2 v^2.$$

Составляем систему ДУ, при этом во втором уравнении произведено сокращение на  $v$ :

$$\begin{cases} v' - \frac{v}{x} = 0, \\ u' = x^2 u^2 v. \end{cases} \quad (5)$$

Решаем первое уравнение системы (5), ещё два раза распорядившись выражениями с  $v$ :

$$v' - \frac{v}{x} = 0, \frac{dv}{dx} - \frac{v}{x} = 0, \frac{dv}{v} - \frac{dx}{x} = 0, \int \frac{dv}{v} - \int \frac{dx}{x} = 0, \\ \ln|v| - \ln|x| = 0, \ln\left|\frac{v}{x}\right| = 0, \frac{v}{x} = 1, v = x.$$

Решаем второе уравнение системы (5), выбирая удобное выражение для произвольной постоянной:

$$u' = x^2 u^2 v, u' = x^2 u^2 x, \frac{du}{dx} = x^3 u^2, \frac{du}{u^2} = x^3 dx, \int \frac{du}{u^2} = \int x^3 dx - \frac{C}{4}, \\ -\frac{1}{u} = \frac{x^4}{4} - \frac{C}{4}, u = \frac{4}{C - x^4}.$$

Составляем общее решение ДУ, учитывая первоначальное ограничение:

$$y = uv, y = \frac{4x}{C - x^4}, x \neq 0.$$

**Ответ.** Общее решение ДУ:  $y = \frac{4x}{C - x^4}, x \neq 0$ .

**Задание 2.** Решить задачу Коши для линейного дифференциального уравнения.

1.  $y' - y/x = x^2, y|_{x=1} = 0$

2.  $y' - y \operatorname{ctg} x = 2x \sin x, y|_{x=\pi/2} = 0$

3.  $y' + y \cos x = (\sin 2x)/2, y|_{x=0} = 0$

4.  $y' + y \operatorname{tg} x = \cos^2 x, y|_{x=\pi/4} = 1/2$

5.  $y' - \frac{y}{x+2} = x^2 + 2x, y|_{x=-1} = 3/2$

6.  $y' - \frac{y}{x+1} = e^x(x+1), y|_{x=0} = 1$

7.  $y' - \frac{y}{x} = x \sin x, y|_{x=\pi/2} = 1$

8.  $y' + \frac{y}{x} = \sin x, y|_{x=\pi} = 1/\pi$

9.  $y' + \frac{y}{2x} = x^2, y|_{x=1} = 1$

10.  $y' + \frac{2xy}{1+x^2} = \frac{2x^2}{1+x^2}, y|_{x=0} = 2/3$

11.  $y' + \frac{y}{x} = \frac{x+1}{x} e^x, y|_{x=1} = e$
12.  $y' - \frac{2x-5}{x^2} y = 5, y|_{x=2} = 4$
13.  $y' - \frac{y}{x} = -2 \frac{\ln x}{x}, y|_{x=1} = 1$
14.  $y' - \frac{y}{x} = -\frac{12}{x^3}, y|_{x=1} = 4$
15.  $y' + \frac{2}{x} y = x^3, y|_{x=1} = -5/6$
16.  $y' + \frac{y}{x} = 3x, y|_{x=1} = 1$
17.  $y' - \frac{2xy}{1+x^2} = 1+x^2, y|_{x=1} = 3$
18.  $y' + \frac{1-2x}{x^2} y = 1, y|_{x=1} = 1$
19.  $y' + \frac{3y}{x} = \frac{2}{x^3}, y|_{x=1} = 1$
20.  $y' + 2xy = -2x^3, y|_{x=1} = 1/e$
21.  $y' - \frac{y}{x} = -\frac{2}{x^2}, y|_{x=1} = 1$
22.  $y' + xy = -x^3, y|_{x=0} = 3$
23.  $y' - \frac{2}{x+1} y = e^x(x+1)^2, y|_{x=0} = 1$
24.  $y' + 2xy = xe^{-x^2} \sin x, y|_{x=0} = 1$
25.  $y' - \frac{2y}{x+1} = (x+1)^3, y|_{x=0} = 1/2$
26.  $y' - y \cos x = -\sin 2x, y|_{x=0} = 3$
27.  $y' - \frac{y}{x} = \frac{6}{x^2}, y|_{x=1} = 3$
28.  $y' + \frac{y}{x} = \frac{1}{2x^2}, y|_{x=1} = 2$
29.  $y' + \frac{4}{x} y = \frac{1}{x^4}, y|_{x=1} = 8$
30.  $y' + \frac{5}{x} y = \frac{2}{x^5}, y|_{x=1} = 4$

### 10.3. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами

Дифференциальное уравнение второго порядка записывается в общей форме  $F(x, y, y', y'') = 0$  или в форме, разрешённой относительно второй производной  $y'' = f(x, y, y')$ . Начальные условия для ДУ второго порядка имеют вид:  $y|_{x=x_0} = y_0, y'|_{x=x_0} = y'_0$ . Совокупность решений ДУ второго порядка – *общее решение* – содержит две произвольные постоянные  $C_1$  и  $C_2$ , являясь семейством функциональных зависимостей  $y = \varphi(x, C_1, C_2)$ . Подставляя начальные условия в общее решение, получаем систему уравнений для определения значений постоянных:

$$\begin{cases} \varphi(x_0, C_1, C_2) = y_0, \\ \varphi'(x_0, C_1, C_2) = y'_0. \end{cases}$$

Из этой системы находим значения постоянных  $C_1 = C_{01}$  и  $C_2 = C_{02}$ , и получаем *частное решение*, удовлетворяющее данным начальным условиям:

$$y = \varphi(x, C_{01}, C_{02}).$$

Задача нахождения частного решения ДУ, удовлетворяющего начальным условиям, называется *задачей Коши*:

$$F(x, y, y', y'') = 0, \quad y|_{x=x_0} = y_0, y'|_{x=x_0} = y'_0.$$

До конца раздела будем изучать *линейные неоднородные дифференциальные уравнения (ЛНДУ)* второго порядка

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f(x) \quad (1)$$

и *линейные однородные дифференциальные уравнения (ЛОДУ)* второго порядка

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = 0, \quad (2)$$

где  $p$  и  $q$  – известные постоянные,  $f(x)$  – известное функциональное выражение.

**Замечание.** В общем случае вместо постоянных  $p$  и  $q$  уравнения (1) и (2) могут содержать известные функциональные выражения  $p(x)$  и  $q(x)$ .

Уравнение вида (1) описывает процесс во времени смещения  $y$  массы на пружине в среде с сопротивлением при внешнем воздействии и процесс во времени изменения силы электрического тока  $y$  в цепи с индуктивностью, сопротивлением, конденсатором и ЭДС. Слагаемое  $y''$  характеризует механическую инерционность или электрическую индуктивность, слагаемое  $p \cdot y'$  характеризует сопротивление среды или электрическое сопротивление в цепи, слагаемое  $q \cdot y$  характеризует возвратное действие пружины или конденсатора, правая часть  $f(x)$  характеризует внешнее механическое воздействие или скорость изменения электродвижущей силы. Далее мы будем опираться на эти аналогии, но при этом искать математическое решение уравнений (1) и (2).

В этом параграфе будем рассматривать свойства решений уравнения (2).

**Теорема 1.** Пусть  $y_1 = \varphi_1(x)$  и  $y_2 = \varphi_2(x)$  – действительные или комплексные решения ЛОДУ (2). Пусть  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – действительные или комплексные числа. Тогда *линейная комбинация решений*  $y = \alpha_1 \cdot y_1 + \alpha_2 \cdot y_2$  тоже является решением уравнения (2).

Заменяя константы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  произвольными постоянными  $C_1$  и  $C_2$  в линейной комбинации решений, зададимся вопросом: а не будет ли решение

$$y = C_1 \cdot y_1 + C_2 \cdot y_2 \quad (3)$$

общим решением ЛОДУ (2)?

Поиск ответа на этот вопрос приводит к понятию фундаментальной системы решений ЛОДУ, для которой решение (3) окажется общим решением.

**Определение.** Решения ЛОДУ (2)  $y_1 = \varphi_1(x)$  и  $y_2 = \varphi_2(x)$  образуют *фундаментальную систему решений* (ФСР), если для любого допустимого аргумента  $x$  определитель матрицы, составленной построчно из значений этих функций и значений их производных, не равен нулю, т.е.

$$\begin{vmatrix} \varphi_1(x) & \varphi_2(x) \\ \varphi_1'(x) & \varphi_2'(x) \end{vmatrix} \neq 0. \quad (4)$$

Определитель данной матрицы традиционно называется *определителем Вронского*, или *вронскианом*. Более правильно его называть *определителем матрицы Вронского*, т.к. «определитель» – это имя функции, которая должна быть применена к аргументу – матрице. Определитель матрицы Вронского обозначают также как  $W(\varphi_1(x), \varphi_2(x))$ .

**Теорема 2.** Пусть решения ЛОДУ (2)  $y_1 = \varphi_1(x)$  и  $y_2 = \varphi_2(x)$  образуют фундаментальную систему решений. Тогда решение ЛОДУ  $y = C_1 \cdot y_1 + C_2 \cdot y_2$ , где  $C_1$  и  $C_2$  – произвольные постоянные, является общим решением этого ЛОДУ.

**Пример.** Дано ЛОДУ  $y'' + y = 0$ . Мы пока не знаем математического алгоритма, как находить ФСР. Но с точки зрения механики данное уравнение описывает движение груза на пружине без учёта сопротивления среды – свободные

колебания груза, являющиеся периодическими. Легко проверить, что функциональные зависимости  $y_1 = \cos x, y_2 = \sin x$  удовлетворяют данному ЛОДУ. Проверим фундаментальность этих решений:

$$W(\cos x, \sin x) = \begin{vmatrix} \cos x & \sin x \\ \cos' x & \sin' x \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos x & \sin x \\ -\sin x & \cos x \end{vmatrix} = \cos^2 x + \sin^2 x = 1 \neq 0.$$

Общее решение ЛОДУ  $y'' + y = 0$ , в соответствии с теоремой 2, имеет вид  $y = C_1 \cdot \cos x + C_2 \cdot \sin x$ , где  $C_1$  и  $C_2$  – произвольные постоянные.

Итак, перед нами стоит проблема – разработать алгоритм получения фундаментальной системы решений ЛОДУ.

Но предварительно рассмотрим упрощённый способ проверки двух решений ЛОДУ на ФСР. Пусть  $y_1 = \varphi_1(x)$  и  $y_2 = \varphi_2(x)$  – решения ЛОДУ, при этом  $y_1 \neq 0, y_2 \neq 0$ . Пусть  $\frac{y_2}{y_1} \neq \text{const}$ , где  $\text{const}$  – постоянная. Тогда

$$\frac{y_2}{y_1} \neq \text{const} \Leftrightarrow \left(\frac{y_2}{y_1}\right)' \neq 0 \Leftrightarrow \frac{y_2' \cdot y_1 - y_2 \cdot y_1'}{y_1^2} \neq 0 \Leftrightarrow \frac{W(y_1, y_2)}{y_1^2} \neq 0 \Leftrightarrow W(y_1, y_2) \neq 0.$$

Таким образом решения ЛОДУ  $y_1 = \varphi_1(x)$  и  $y_2 = \varphi_2(x)$  образуют ФСР в том

Рассмотрим способ решения ЛОДУ с постоянными  $p$  и  $q$ :

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = 0. \quad (5)$$

Будем искать решение в виде  $y = e^{kx}$ , где  $k \in \mathbb{C}$ , т.е. допускаем комплексные значения для неизвестного числа  $k$ . При этом  $y' = k \cdot e^{kx}, y'' = k^2 \cdot e^{kx}$ . Подставляем  $y, y', y''$  в уравнение (1), получаем:

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = 0 \Leftrightarrow k^2 \cdot e^{kx} + p \cdot k \cdot e^{kx} + q \cdot e^{kx} = 0 \Leftrightarrow e^{kx}(k^2 + pk + q) = 0 \Leftrightarrow k^2 + pk + q = 0.$$

Полученное квадратное уравнение называется *характеристическим уравнением* (ХаУра) для ЛОДУ (1):

$$k^2 + pk + q = 0. \quad (6)$$

Если число  $k$  – корень уравнения (2), то  $y = e^{kx}$  – решение ЛОДУ (1).

Уравнение (6) решается с помощью дискриминанта  $D = p^2 - 4q$ , при этом возможны три случая.

1)  $D > 0$ . Корни уравнения (2) действительны и различны:  $k_1, k_2 \in \mathbb{R}$ , при этом  $k_1 \neq k_2$ . Получаем два различных решения ЛОДУ  $y_1 = e^{k_1 x}, y_2 = e^{k_2 x}$ .

Эти решения образуют ФСР:  $\frac{y_2}{y_1} = \frac{e^{k_2 x}}{e^{k_1 x}} = e^{(k_2 - k_1)x} \neq \text{const}$ . Общее решение ЛОДУ (5) имеет вид:

$$Y = C_1 \cdot e^{k_1 x} + C_2 \cdot e^{k_2 x}. \quad (7)$$

Заметим, что если ЛОДУ (5) описывает движение груза на пружине, то коэффициенты  $p$  и  $q$  положительны, а корни уравнения (6) отрицательны. При этом решение (6) описывают процесс релаксационного возвращения груза в положение равновесия  $Y = 0$  при условии  $x \rightarrow +\infty$ .

**Пример 1.** Найти общее решение ЛОДУ  $y'' + 6y' + 5y = 0$ .

**Решение.** Составляем ХаУра  $k^2 + 6k + 5 = 0$ , находим его дискриминант и корни:  $D = 36 - 20 = 16, \sqrt{D} = 4, k_1 = \frac{-6-4}{2} = -5, k_2 = \frac{-6+4}{2} = -1$ . Общее решение ЛОДУ составляем по формуле (3):  $Y = C_1 \cdot e^{-5x} + C_2 \cdot e^{-x}$ .

2)  $D = 0$ . Корни уравнения (2) действительны и одинаковы:  $k_1, k_2 \in \mathbb{R}$ , при этом  $k_1 = k_2 = k = -p/2$ . Получаем только одно решение ЛОДУ  $y_1 = e^{kx}$ .

Будем искать второе решение в виде  $y_2 = ve^{kx}$ , где  $v$  – переменная значе- ний некоторой искомой функции аргумента  $x$ . Находим производные

$$y_2' = v' \cdot e^{kx} + v \cdot ke^{kx}, y_2'' = v'' \cdot e^{kx} + 2v' \cdot ke^{kx} + v \cdot k^2 e^{kx}$$

И подставляем  $y_2, y_2', y_2''$  в ЛОДУ (5), сокращая на  $e^{kx}$ :

$$\begin{aligned} v'' \cdot e^{kx} + 2v' \cdot ke^{kx} + v \cdot k^2 e^{kx} + p(v' \cdot e^{kx} + v \cdot ke^{kx}) + qve^{kx} &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow v'' + v'(2k + p) + v(k^2 + pk + q) &= 0 \Leftrightarrow v'' + v' \cdot 0 + v \cdot 0 = 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow v'' = 0. \end{aligned}$$

Последнему уравнению удовлетворяет, например, решение  $v = x$ . По- этому второе решение ЛОДУ (5) можно представить в виде  $y_2 = xe^{kx}$ . При этом  $\frac{y_2}{y_1} = \frac{xe^{kx}}{e^{kx}} = x \neq const$ . Общее решение ЛОДУ (1) в этом случае имеет вид:

$$\boxed{Y = e^{kx} \cdot (C_1 + C_2 x)}. \quad (8)$$

Механическая интерпретация решения (4) состоит в том, что груз под дей- ствием пружины при наличии сопротивления среды подтягивается в состояние равновесия  $Y = 0$  при условии  $x \rightarrow +\infty$ .

**Пример 2.** Найти общее решение ЛОДУ  $y'' + 6y' + 9y = 0$ .

**Решение.** Составляем ХаУра  $k^2 + 6k + 9 = 0$ , находим его дискриминант и корни:  $D = 36 - 36 = 0, \sqrt{D} = 0, k_1 = k_2 = k = \frac{-6 \pm 0}{2} = -3$ . Общее решение ЛОДУ составляем по формуле (4):  $Y = e^{-3x}(C_1 + C_2 x)$ .

Заметим, что с точки зрения механики, жёсткость пружины в примере 2 увеличилась на 4 единицы по сравнению с примером 1. Но этой жёсткости ока- залось всё-таки недостаточно для колебательных движений груза.

3)  $D < 0$ . Корни уравнения (6) в этом случае являются комплексно сопря- женными  $k_{1,2} = \alpha \pm i\beta$ , а решения комплексными:

$$\tilde{y}_1 = e^{k_1 x} = e^{(\alpha + i\beta)x} = e^{\alpha x} e^{i\beta x} = e^{\alpha x} (\cos \beta x + i \cdot \sin \beta x),$$

$$\tilde{y}_2 = e^{k_2 x} = e^{(\alpha - i\beta)x} = e^{\alpha x} e^{-i\beta x} = e^{\alpha x} (\cos \beta x - i \cdot \sin \beta x).$$

Комплексные решения преобразованы с помощью формулы Эйлера. Ли- нейная комбинация полученных решений снова является решением ЛОДУ. И су- ществуют линейные комбинации, приводящие к действительным решениям:

$$y_1 = \frac{\tilde{y}_1 + \tilde{y}_2}{2} = e^{\alpha x} \cos \beta x, y_2 = \frac{\tilde{y}_1 - \tilde{y}_2}{2i} = e^{\alpha x} \sin \beta x.$$

При этом полученные действительные решения образуют ФСР, т.к.

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{e^{\alpha x} \sin \beta x}{e^{\alpha x} \cos \beta x} = \operatorname{tg} \beta x \neq const.$$

Общее решение ЛОДУ (1) в этом случае имеет вид:

$$\boxed{Y = e^{\alpha x} \cdot (C_1 \cos \beta x + C_2 \sin \beta x)}. \quad (9)$$

Для груза на пружине или силы тока в электрической цепи решение (9) описывает затухающие колебания или свободные колебания, т.к. для таких си- стем  $\alpha < 0$  или  $\alpha = 0$ .

**Пример 3.** Найти общее решение ЛОДУ  $y'' + 6y' + 13y = 0$ .

**Решение.** Составляем ХаУра  $k^2 + 6k + 13 = 0$ , находим его дискриминант и корни:  $D = 36 - 52 = -16$ ,  $(\sqrt{D})_{0,1} = \pm 4i$ ,  $k_{1,2} = \frac{-6 \pm 4i}{2} = -3 \pm 2i$ . Общее решение ЛОДУ составляем по формуле (9):

$$Y = e^{-3x} \cdot (C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x).$$

С точки зрения механики получены затухающие колебания.

**Пример 4.** Найти общее решение ЛОДУ  $y'' + y = 0$ .

**Решение.** Составляем ХаУра  $k^2 + 1 = 0 \Leftrightarrow k^2 = -1$ , Находим его корни:  $k_{0,1} = (\sqrt{-1})_{0,1} = \pm i$ . Общее решение ЛОДУ составляем по формуле (5), учитывая, что  $\alpha = 0, \beta = 1$  и что  $e^{0 \cdot x} = 1$ :

$$Y = C_1 \cos x + C_2 \sin x.$$

Теперь общее решение для примера из предыдущего параграфа получено, а не только проверено. Это свободные колебания груза на пружине.

**Теорема 1** (о структуре общего решения ЛНДУ).

Пусть дано ЛНДУ второго порядка

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f(x) \quad (10)$$

и соответствующее ему ЛОДУ

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = 0. \quad (11)$$

Пусть известно общее решение ЛОДУ

$$Y = C_1 \cdot y_1 + C_2 \cdot y_2,$$

где  $y_1 = \varphi_1(x)$  и  $y_2 = \varphi_2(x)$  образуют фундаментальную систему решений ЛОДУ. Пусть известно некоторое частное решение ЛНДУ:  $\bar{y} = \varphi(x)$ .

Тогда общее решение ЛНДУ имеет вид  $y = Y + \bar{y}$ , или подробно

$$y = C_1 \cdot \varphi_1(x) + C_2 \cdot \varphi_2(x) + \varphi(x).$$

**Теорема 2** (о суперпозиции решений ЛНДУ).

Пусть  $\bar{y}_1$  – частное решение ЛНДУ  $y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f_1(x)$ ,  $\bar{y}_2$  – частное решение ЛНДУ  $y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f_2(x)$ .

Тогда  $\bar{y}_1 + \bar{y}_2$  есть частное решение ЛНДУ

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f_1(x) + f_2(x).$$

Частное решение  $\bar{y} = \varphi(x)$  уравнения (1), с точки зрения механики, есть ответ системы на внешнее воздействие  $f(x)$ . И теперь перед нами новая проблема – научиться находить частное решение ЛНДУ  $\bar{y} = \varphi(x)$  по виду правой части  $f(x)$  этого ЛНДУ.

Пусть дано ЛНДУ второго порядка

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f(x) \quad (12)$$

Известно, что общее решение ЛНДУ имеет вид  $y = Y + \bar{y}$ , где  $Y$  – общее решение соответствующего ЛОДУ,  $\bar{y}$  – частное решение ЛНДУ, которое определяется правой частью  $f(x)$  уравнения (12). Решаем задачу нахождения  $\bar{y}$ .

С точки зрения механики, ответ  $\bar{y}$  механической системы на внешнее воздействие  $f(x)$  похож на это воздействие, но при этом может наблюдаться явление *резонанса* – величина  $\bar{y}$  может неограниченно возрастать или хотя бы ограничено увеличиваться с увеличением времени. Здесь не будем рассматривать самые общие формулы, ограничиваясь тремя важнейшими случаями. Результаты приведём без доказательства.

1) Пусть  $f(x) = M \cos bx + N \sin bx$ . Тогда  $\bar{y} = x^m(A \cos bx + B \sin bx)$ , где  $m$  – число корней характеристического уравнения ЛОДУ  $k = ib$ , а постоянные  $A$  и  $B$  подлежат определению методом неопределённых коэффициентов. Заметим, что случай  $m = 1$  соответствует резонансу – увеличению амплитуды колебаний прямо пропорционально  $x$ . Второй возможный случай  $m = 0$  и  $x^m = 1$  – случай отсутствия резонанса.

2) Пусть  $f(x) = P_n(x)$  – многочлен степени  $n$ . Тогда  $\bar{y} = x^m Q_n(x)$ , где  $Q_n(x)$  – многочлен степени  $n$  с неопределёнными коэффициентами, подлежащими определению,  $m$  – число корней характеристического уравнения ЛОДУ  $k = 0$ . При этом  $m$  может равняться 1 (резонанс) или 0 (отсутствие резонанса).

3) Пусть  $f(x) = P_n(x)e^{ax}$ . Тогда  $\bar{y} = x^m Q_n(x)e^{ax}$ , где  $Q_n(x)$  – многочлен степени  $n$  с неопределёнными коэффициентами, подлежащими определению,  $m$  – число корней характеристического уравнения ЛОДУ  $k = a$ . При этом  $m$  может равняться 1 или 2 (резонанс), или 0 (отсутствие резонанса).

**Пример 1.** Решить задачу Коши для линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка:

$$y'' + 2y' + 17y = -2 \sin 2x, \quad y|_{x=0} = 0, \quad y'|_{x=0} = \frac{4}{5}.$$

**Решение.** Общее решение  $y$  линейного неоднородного дифференциального уравнения (ЛНДУ) складывается как сумма общего решения  $Y$  линейного однородного дифференциального уравнения (ЛОДУ) и частного решения ЛНДУ  $\bar{y}$ , т.е.  $y = Y + \bar{y}$ .

Чтобы найти  $Y$ , составим ЛОДУ и его характеристическое уравнение через соответствие  $y'' \mapsto k^2, y' \mapsto k, y \mapsto 1$ :

$$y'' + 2y' + 17y = 0, \quad k^2 + 2k + 17 = 0.$$

Найдём корни характеристического уравнения как квадратного уравнения через дискриминант и формулу корней квадратного уравнения:

$$D = 2^2 - 4 \cdot 1 \cdot 17 = -64, \quad (\sqrt{D})_{0,1} = (\sqrt{-64})_{0,1} = \pm 8i, \quad k_{1,2} = \frac{-2 \pm 8i}{2} = -1 \pm 4i.$$

В нашем примере реализован третий случай общего решения ЛОДУ при условии  $\alpha = -1, \beta = 4$ , поэтому  $Y = e^{-x}(C_1 \cos 4x + C_2 \sin 4x)$ .

Перейдём к нахождению частного решения  $\bar{y}$  ЛНДУ по виду правой части уравнения. Для нашего уравнения  $y'' + 2y' + 17y = -2 \sin 2x$  реализовался первый случай при отсутствии резонанса, т.к.  $f(x) = -2 \sin 2x$ , но нет корней характеристического уравнения  $k = 2i$ . Поэтому ищем частное решение ЛНДУ в виде  $\bar{y} = A \cos 2x + B \sin 2x$ . Чтобы найти коэффициенты  $A$  и  $B$  найдём первую и вторую производную частного решения и подставим их вместе с искомым частным решением в ЛНДУ:

$$\begin{aligned} \bar{y}' &= -2A \sin 2x + 2B \cos 2x, \quad \bar{y}'' = -4A \cos 2x - 4B \sin 2x, \\ &-4A \cos 2x - 4B \sin 2x + 2(-2A \sin 2x + 2B \cos 2x) + \\ &+ 17(A \cos 2x + B \sin 2x) = -2 \sin 2x, \\ (13A + 4B) \cos 2x + (-4A + 13B) \sin 2x &= -2 \sin 2x. \end{aligned}$$

Приравнявая коэффициенты при синусах и косинусах, получаем систему линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов  $A$  и  $B$ , решаем эту систему:

$$\begin{aligned} \cos 2x \mid 13A + 4B = 0, \\ \sin 2x \mid -4A + 13B = -2; \Leftrightarrow \begin{cases} 52A + 16B = 0, \\ -52A + 169B = -26; \end{cases} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \begin{cases} 185B = -26, \\ A = -\frac{4}{13}B; \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} B = -\frac{26}{185}, \\ A = \frac{8}{185}. \end{cases} \end{aligned}$$

Таким образом,  $\bar{y} = \frac{8}{185} \cos 2x - \frac{26}{185} \sin 2x$ . Общее решение ЛНДУ имеет вид  $y = e^{-x}(C_1 \cos 4x + C_2 \sin 4x) + \frac{8}{185} \cos 2x - \frac{26}{185} \sin 2x$ .

Чтобы найти частное решение ЛНДУ, удовлетворяющее начальным условиям  $y|_{x=0} = 0, y'|_{x=0} = \frac{4}{5}$ , найдём производную общего решения ЛНДУ и составим систему линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов  $C_1$  и  $C_2$ :

$$\begin{aligned} y' = -e^{-x}(C_1 \cos 4x + C_2 \sin 4x) + e^{-x}(-4C_1 \cos 4x + 4C_2 \sin 4x) - \\ - \frac{16}{185} \sin 2x - \frac{52}{185} \cos 2x, \\ \begin{cases} C_1 + \frac{8}{185} = 0, \\ -C_1 + 4C_2 - \frac{52}{185} = \frac{4}{5}; \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} C_1 = -\frac{8}{185}, \\ C_2 = \frac{48}{185}. \end{cases} \end{aligned}$$

Окончательно получаем частное решение ЛНДУ, удовлетворяющее начальным условиям:

$$y = e^{-x} \left( -\frac{8}{185} \cos 4x + \frac{48}{185} \sin 4x \right) + \frac{8}{185} \cos 2x - \frac{26}{185} \sin 2x.$$

**Ответ.**  $y = e^{-x} \left( -\frac{8}{185} \cos 4x + \frac{48}{185} \sin 4x \right) + \frac{8}{185} \cos 2x - \frac{26}{185} \sin 2x.$

**Пример 2.** Найти общее решение для линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка:

$$y'' - y = 2e^x - x^2.$$

**Решение.** Общее решение  $y$  ЛНДУ складывается как сумма общего решения  $Y$  ЛОДУ и частного решения  $\bar{y}$  ЛНДУ, т.е.  $y = Y + \bar{y}$ .

Чтобы найти  $Y$ , составим ЛОДУ и его характеристическое уравнение через соответствие  $y'' \mapsto k^2, y' \mapsto k, y \mapsto 1$  и найдём корни ХаУра:

$$y'' - y = 0, k^2 - 1 = 0 \Leftrightarrow k^2 = 1 \Leftrightarrow \begin{cases} k = -1, \\ k = 1. \end{cases}$$

Составляем общее решение ЛОДУ:

$$Y = C_1 e^{-x} + C_2 e^x.$$

Частное решение ЛНДУ в данной задаче находим в виде суммы частных решений  $\bar{y} = \bar{y}_1 + \bar{y}_2$ . Слагаемое  $\bar{y}_1$  соответствует правой части  $f_1(x) = 2e^x$ , а слагаемое  $\bar{y}_2$  соответствует правой части  $f_2(x) = -x^2$ . Частное решение  $\bar{y}$  будет соответствовать правой части  $f(x) = f_1(x) + f_2(x) = 2e^x - x^2$ . Частное решение  $\bar{y}_1$  находим по случаю 3, учитывая, что  $k = 1$  является корнем характеристического уравнения:  $\bar{y}_1 = x \cdot A \cdot e^x$ . Здесь  $P_0(x) = 1, Q_0(x) = A$ . Значение  $A$  найдём позже. Частное решение  $\bar{y}_2$  находим по случаю 2, учитывая, что  $k = 0$  не является корнем характеристического уравнения:  $\bar{y}_2 = Bx^2 + Cx + D$ . Здесь  $P_2(x) = -x^2, Q_2(x) = Bx^2 + Cx + D$ . Итак, частное решение, соответствующее

правой части  $f(x) = 2e^x - x^2$ , будем искать в виде  $\bar{y} = xAe^x + Bx^2 + Cx + D$ . Найдём  $\bar{y}'$  и  $\bar{y}''$ :

$$\bar{y}' = Ae^x + xAe^x + 2Bx + C, \quad \bar{y}'' = 2Ae^x + xAe^x + 2B.$$

Подставим в ЛНДУ  $\bar{y}''$  и  $\bar{y}$ , затем приравняем коэффициенты при  $e^x, x^2, x^1, x^0$ :

$$(2Ae^x + xAe^x + 2B) - (xAe^x + Bx^2 + Cx + D) = 2e^x - x^2,$$

$$2Ae^x - Bx^2 - Cx + (2B - D) = 2e^x - x^2,$$

$$\begin{array}{l|l} e^x & 2A = 2, \\ x^2 & -B = -1, \\ x^1 & -C = 0, \\ x^0 & 2B - D = 0 \end{array} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 1, \\ B = 1, \\ C = 0, \\ D = 2. \end{cases}$$

Получено частное решение ЛНДУ:  $\bar{y} = xe^x + x^2 + 2$ .

Собираем в ответе общее решение ЛНДУ:  $y = Y + \bar{y}$ .

**Ответ.**  $y = C_1e^{-x} + C_2e^x + xe^x + x^2 + 2$ .

**Пример 3.** Найти вид частного решения ЛНДУ (его коэффициенты вычислять не нужно):  $y'' + 2y' = -5x + 2 + xe^{-2x}$ .

**Решение.** Общее решение  $y$  ЛНДУ складывается как сумма общего решения  $Y$  ЛОДУ и частного решения  $\bar{y}$  ЛНДУ. т.е.  $y = Y + \bar{y}$ .

Составим ЛОДУ и его характеристическое уравнение и найдём его корни:

$$y'' + 2y' = 0, \quad k^2 + 2k = 0 \Leftrightarrow k(k + 2) = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} k = -2, \\ k = 0. \end{cases}$$

Частное решение ЛНДУ находим здесь в виде суммы частных решений  $\bar{y} = \bar{y}_1 + \bar{y}_2$ . Слагаемое  $\bar{y}_1$  соответствует правой части  $f_1(x) = -5x + 2$ , а слагаемое  $\bar{y}_2$  соответствует правой части  $f_2(x) = xe^{-2x}$ . Частное решение  $\bar{y}$  будет соответствовать правой части  $f(x) = f_1(x) + f_2(x) = -5x + 2 + xe^{-2x}$ . Частное решение  $\bar{y}_1$  находим по случаю 2, учитывая, что  $k = 0$  является корнем характеристического уравнения (есть не колебательный резонанс):  $\bar{y}_1 = x(Ax + B)$ . Здесь  $P_1(x) = -5x + 2, Q_1(x) = Ax + B$ . Частное решение  $\bar{y}_2$  находим по случаю 3, учитывая, что  $k = -2$  является корнем характеристического уравнения (снова есть не колебательный резонанс):  $\bar{y}_2 = x(Cx + D)e^{-2x}$ . Здесь  $P_2(x) = x, Q_2(x) = Cx + D$ . Получаем  $\bar{y} = \bar{y}_1 + \bar{y}_2 = x(Ax + B) + x(Cx + D)e^{-2x}$ .

**Ответ.** Частное решение ЛНДУ:  $\bar{y} = Ax^2 + Bx + (Cx^2 + Dx)e^{-2x}$ , где коэффициенты могут быть однозначно определены.

**Задание 3.** Решить задачу Коши для ЛНДУ.

1.  $y'' - 6y' + 9y = x^2 - x + 3, \quad y|_{x=0} = 4/3, \quad y'|_{x=0} = 1/27.$

2.  $y'' - 4y = x^2e^{2x}, \quad y|_{x=0} = 0, \quad y'|_{x=0} = 1.$

3.  $y'' - 5y' + 6y = 2\cos x, \quad y|_{x=0} = 3, \quad y'|_{x=0} = 1/2.$

4.  $y'' + 2y' - 8y = 3\sin x, \quad y|_{x=0} = -1, \quad y'|_{x=0} = -3/2.$

5.  $y'' + 2y' + 10y = -\sin 2x, \quad y|_{x=0} = 0, \quad y'|_{x=0} = 3/4.$

6.  $y'' + y' - 6y = x^2 - 1, \quad y|_{x=0} = 0, \quad y'|_{x=0} = 1.$

7.  $y'' - 5y' + 4y = x^2 + 3, \quad y|_{x=0} = 1, \quad y'|_{x=0} = 2.$

8.  $y'' + 4y' - 12y = 8\sin 2x, \quad y|_{x=0} = 0, \quad y'|_{x=0} = 0.$

9.  $y'' + 6y' + 9y = 2e^{-3x}$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = -3$ .
10.  $y'' + 4y = e^{-2x}$ ,  $y|_{x=0} = 0$ ,  $y'|_{x=0} = 0$ .
11.  $y'' - 2y' + 5y = xe^{2x}$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 0$ .
12.  $y'' - 2y' = 6x^2 - 6x - 2$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 1$ .
13.  $y'' + 5y' + 6y = 12\cos 2x$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 3$ .
14.  $y'' - 4y' + 13y = 26x + 5$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 0$ .
15.  $y'' - 4y' = 6x^2 + 1$ ,  $y|_{x=0} = 2$ ,  $y'|_{x=0} = 3$ .
16.  $y'' - 2y' + y = 16e^x$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 2$ .
17.  $y'' + 6y' + 9y = 10e^{-3x}$ ,  $y|_{x=0} = 3$ ,  $y'|_{x=0} = 2$ .
18.  $4y'' + 16y' + 15y = 4e^{-3x/2}$ ,  $y|_{x=0} = 3$ ,  $y'|_{x=0} = -5,5$ .
19.  $y'' - 2y' + 10y = 10x^2 + 18x + 6$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 3,2$ .
20.  $y'' - y' = 2(1-x)$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 1$ .
21.  $y'' - 2y' = e^x(x^2 + x - 3)$ ,  $y|_{x=0} = 2$ ,  $y'|_{x=0} = 2$ .
22.  $y'' + y = -\sin 2x$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = -1$ .
23.  $y'' + 5y' + 6y = 2\cos x$ ,  $y|_{x=0} = 3$ ,  $y'|_{x=0} = 1/2$ .
24.  $y'' + 2y' + 5y = x^2 + x + 1$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 0$ .
25.  $y'' + 6y' + 9y = \cos 2x$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 1$ .
26.  $y'' - 2y' + 10y = \sin 2x$ ,  $y|_{x=0} = 0$ ,  $y'|_{x=0} = 0$ .
27.  $y'' + 2y' = e^x(x^2 - 3)$ ,  $y|_{x=0} = 2$ ,  $y'|_{x=0} = 5$ .
28.  $y'' - 4y' = 6x^2 + 2$ ,  $y|_{x=0} = 2$ ,  $y'|_{x=0} = 3$ .
29.  $y'' - 4y = 4\sin 2x$ ,  $y|_{x=0} = 2$ ,  $y'|_{x=0} = 7$ .
30.  $y'' + y' - 2y = \cos x - 3\sin x$ ,  $y|_{x=0} = 1$ ,  $y'|_{x=0} = 2$ .

**Задание 4.** Написать вид частного и общего решений ЛНДУ (числовых значений коэффициентов в частном решении не находить).

- |  |   |
|--|---|
| 1. а) $y'' + 10y' + 25y = (2x - 3)e^x$ ,           | б) $y'' + y = x + \sin x$ .             |
| 2. а) $y'' + 12y' + 36y = xe^{-6x}$ ,              | б) $y'' - 2y' + 2y = 2x + 1 + \cos x$ . |
| 3. а) $y'' + 4y' + 4y = 2e^{2x}$ ,                 | б) $y'' - 2y' + 5y = x^2 + 1$ .         |
| 4. а) $y'' - 6y' + 9y = 2e^{3x} + \sin x$ ,        | б) $y'' - 4y' + 5y = x^2$ .             |
| 5. а) $y'' - 4y' + 3y = 3e^{2x}$ ,                 | б) $y'' - 4y' + 4y = -x^2 + 3$ .        |
| 6. а) $y'' + 2y' + 5y = e^{-x} + \cos 2x$ ,        | б) $y'' - 12y' + 36y = (x + 5)e^x$ .    |
| 7. а) $y'' - 12y' + 36y = xe^{6x}$ ,               | б) $y'' + y = \cos x + 2e^{2x}$ .       |
| 8. а) $y'' + 10y' + 25y = e^{-5x} + (2x - 3)e^x$ , | б) $y'' + 2y' + 2y = 5x^2 - 10$ .       |
| 9. а) $y'' - 10y' + 125y = (x + 3)e^{2x}$ ,        | б) $y'' + 4y' - 5y = e^x + \cos x$ .    |
| 10. а) $y'' + 10y' + 25y = xe^{-5x}$ ,             | б) $y'' - 3y' + 2y = 2\sin x + x$ .     |
| 11. а) $y'' - 10y' + 25y = 2xe^{5x}$ ,             | б) $y'' - y = 1 - \cos x$ .             |
| 12. а) $y'' - 8y' + 16y = 2e^{-4x}$ ,              | б) $y'' - y' + y = -13\sin 2x$ .        |

13. a)  $y'' - 4y = 8x^3$ ,
14. a)  $y'' - 2y' + y = e^{2x}$ ,
15. a)  $y'' + 12y' + 36y = 28\sin x$ ,
16. a)  $y'' - 3y' - 10y = \sin x + 3\cos x + 1$ ,
17. a)  $y'' - 4y' + 3y = x - 1 + \sin x$ ,
18. a)  $y'' + 12y' + 36y = \sin x + 2\cos x$ ,
19. a)  $y'' - 2y' = 6x^2 - 10x + 12$ ,
20. a)  $y'' + 6y' + 9y = \sin x + 3\cos x + e^{-3x}$ ,
21. a)  $y'' + 4y' + 4y = 3xe^{-2x}$ ,
22. a)  $y'' + y' - 6y = x^2 - 11$ ,
23. a)  $y'' - 6y' + 18y = e^{3x} + \cos 3x$ ,
24. a)  $y'' + 16y = -24\sin 4x$ ,
25. a)  $y'' - 2y' + y = e^x + e^{-x}$ ,
26. a)  $y'' - 12y' + 36y = (x + 1)e^{6x}$ ,
27. a)  $y'' - 4y' + 5y = e^{2x}$ ,
28. a)  $y'' + 12y' + 36y = 2\cos x - \sin x$ ,
29. a)  $y'' - 3y' = 3e^{3x}$ ,
30. a)  $y'' - y' - 2y = 3e^{2x}$ ,
- б)  $y'' + 4y' + 4y = e^{-2x} + e^{2x}$ .
- б)  $y'' + 4y' + 5y = 5x^2 - 32x + 5$ .
- б)  $y'' + y = 4e^x + 4e^{-x}$ .
- б)  $y'' + 4y = \sin 2x$ .
- б)  $y'' + y = 4e^x + \sin x$ .
- б)  $y'' + 4y = -\sin 2x$ .
- б)  $y'' + 12y' + 36y = 8\cos 2x$ .
- б)  $y'' + 4y' + 5y = \cos x$ .
- б)  $y'' - 6y' + 10y = 5\cos x$ .
- б)  $y'' - 4y' + 4y = 2\sin 2x + e^{2x}$ .
- б)  $y'' + 6y' + 9y = x + e^x$ .
- б)  $y'' + 2y' - 8y = 12e^{2x}$ .
- б)  $y'' - 6y' - 7y = -3x^3$ .
- б)  $y'' - 2y' + 2y = 2x + 1$ .
- б)  $y'' + 8y' + 18y = 2\sin\sqrt{2}x$ .
- б)  $y'' + 6y' + 9y = 3e^{-3x} + \cos x$ .
- б)  $y'' + 16y = \cos 3x + \sin 4x$ .
- б)  $y'' - 5y' = 10x + 3 + e^{5x}$ .

Электронное издание

*Владимиров, Александр Федорович*

Методические указания для практических занятий  
по разделам 1-10 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки  
23.03.01 «Технология транспортных процессов»

*Гарнитура Times*

*Усл. печ. л. 8,31.*

*Подписано в печать 22.03.2023*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»*

*390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1*

*Электронная библиотека РГАТУ*

*Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web>*

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

**Кафедра бизнес-информатики и прикладной математики**

**А.Ф. Владимиров**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
по разделам 11-12 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки  
23.03.01 «Технология транспортных процессов»**

*Электронная библиотека РГАТУ  
Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web>*

**Рязань 2023**

УДК 51(075.8)  
ББК 22.1  
В 573

Автор: Владимиров А.Ф.

Рецензент:

доцент кафедры «Бизнес-информатики и  
прикладной математики»,  
кандидат технических наук, доцент



Н.А. Костенко

Методические указания для практических занятий по разделам 11-12 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» [Электронный ресурс] – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. – 108 с.

Методические указания составлены с учётом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 №911, и в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины Б1.О.17 «Математика», рассмотрены и одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» ФГБОУ ВО РГАТУ протокол №8 от 22 марта 2023 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии по направлению подготовки  
23.03.01 «Технология транспортных процессов»



О.А. Тетерина

© ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023  
© А.Ф. Владимиров, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

	С.
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО РАЗДЕЛУ 11 «ЧИСЛОВЫЕ И СТЕПЕННЫЕ РЯДЫ».....	5
11.1. Ряд как функционал. Сходимость ряда для данной последовательности. Необходимое условие сходимости. Ряд и остаток ряда.....	5
11.2. Признак Даламбера сходимости ряда с положительными членами.....	6
11.3. Интегральный признак Коши сходимости ряда с положительными членами. Признак сравнения с обобщённым гармоническим рядом.....	7
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ РЯДА С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ ЧЛЕНАМИ».....	9
11.4. Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница.....	14
11.5. Абсолютная и условная сходимость знакопеременного ряда.....	15
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ПРИЗНАК ЛЕЙБНИЦА СХОДИМОСТИ РЯДА СО ЗНАКОПЕРЕДУЮЩИМИСЯ ЧЛЕНАМИ. АБСОЛЮТНАЯ И УСЛОВНАЯ СХОДИМОСТЬ ЗНАКОПЕРЕМЕННОГО РЯДА»...	16
11.6. Степенные ряды. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Ряды по степеням $(x - x_0)$ .....	21
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ОБЛАСТЬ СХОДИМОСТИ СТЕПЕННОГО РЯДА».....	24
11.7. Свойства степенных рядов: непрерывность суммы степенного ряда, дифференцирование и интегрирование в интервале сходимости.....	29
11.8. Ряды Тейлора и Маклорена.....	30
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЁННЫХ ИНТЕГРАЛОВ РАЗЛОЖЕНИЕМ ПОДЫНТЕГРАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ В РЯД МАКЛОРЕНА».....	32
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 12 «ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ».....	37
12.1. Опыты с множеством случайных исходов. Случайные события.....	37
12.2. Действия над случайными событиями. Алгебра событий.....	39
12.3. Вероятность как функция с числовыми значениями на отрезке $[0;1]$ , определённая на множестве событий опыта. Классическое и геометрическое определение вероятности. Формулы комбинаторики.....	42
12.4. Относительная частота случайного события. Аксиомы функции вероятность...	46
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «КЛАССИЧЕСКОЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ».....	49
12.5. Вероятность суммы несовместных и совместных событий.....	52
12.6. Условная вероятность. Вероятность произведения зависимых и независимых событий.....	53
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ВЕРОЯТНОСТЬ СУММЫ И ПРОИЗВЕДЕНИЯ СОБЫТИЙ».....	57
12.7. Повторные независимые испытания. Формула Бернулли. Асимптотические формулы Муавра – Лапласа и Пуассона.....	64
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ПОВТОРНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ИСПЫТАНИЯ».....	68
12.8. Понятие случайной величины. Закон распределения дискретной случайной величины.....	72
12.9. Функция распределения случайной величины и её свойства.....	74
12.10. Плотность распределения вероятности случайной величины и её свойства.....	76
12.11. Математическое ожидание случайной величины и его свойства.....	77

12.12. Дисперсия случайной величины и её свойства. Среднеквадратичное отклонение. Коэффициент корреляции.....	79
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН».....	82
12.13. Закон нормального распределения. Правило «трёх сигм». Понятие о теореме Ляпунова.....	93
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ЗАКОН НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ».....	96
12.14. Закон показательного распределения. Функция надёжности.....	99
12.15. Закон равномерного распределения на отрезке.....	101
12.16. Закон биномиального распределения.....	101
12.17. Закон распределения Пуассона.....	102
Приложение 1.....	105
Приложение 2.....	106
Приложение 3.....	108

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Математика» изучается студентами направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» два семестра, её трудоёмкость составляет 288 часов (8 ЗЕТ). В данных методических указаниях даны указания к разделу 11 «Числовые и степенные ряды» и к разделу 12 «Элементы теории вероятностей» для студентов очной и заочной форм обучения. Также даны тематические индивидуальные задания в 30 вариантах, для выполнения на практических занятиях и дома.

**11.1. Ряд как функционал. Сходимость ряда для данной последовательности. Необходимое условие сходимости.**

**Ряд и остаток ряда**

Пусть  $f$  – числовая функция натурального аргумента с действительными значениями, т.е.  $D(f) = N$ ,  $E(f) \subset R$  и  $f(n) \in R$ . Множество таких функций обозначим как  $A(NR)$  (альфа-эн-эр), здесь альфа – первая буква греческого слова ακολουθία – последовательность. Введём также переменную  $u_n$  значений функции  $f$ , т.е.  $u_n = f(n)$ ,  $n \in N$ . Составим кортеж  $(u_1, u_2, \dots, u_n, \dots)$  и назовём его *числовой последовательностью*. Будем последовательность обозначать кратко  $(u_n)$  или  $(f(n))$ , при этом члены кортежа – это и члены последовательности,  $u_n, f(n)$  – *общий член* последовательности.

Составим функционал с областью отправления  $A(NR)$  и назовём его *числовым рядом*:  $F[f] = \lim_{m \rightarrow +\infty} \sum_{n=1}^m f(n)$ ,  $f \in A(NR)$ . Для числового ряда применим

одно из специальных обозначений:  $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$ ,  $u_1 + u_2 + \dots + u_n + \dots$ ,  $\sum_{n=1}^{+\infty} f(n)$ ,  $f(1) + f(2) + \dots + f(n) + \dots$ . Таким образом, имеем по определению:

$$\sum_{n=1}^{+\infty} f(n) = \lim_{m \rightarrow +\infty} \sum_{n=1}^m f(n), \quad f \in A(NR), \quad A(NR) \text{ – область отправления.}$$

*Областью определения* числового ряда называется такое подмножество  $\Delta(NR)$  области отправления  $A(NR)$ , что если  $f \in \Delta(NR)$ , то числовой ряд имеет конечное числовое значение  $S$ , которое называется *суммой ряда*. При этом говорят, что ряд *сходится для функции  $f$* , или ряд *сходится для последовательности  $(f(n))$* . Если же значение ряда бесконечно либо не существует для функции  $f$ , то говорят, что ряд *расходится для функции  $f$* , или ряд *расходится для последовательности  $(f(n))$* .

Члены последовательности  $(u_n)$ ,  $(f(n))$  называют также *членами ряда*,  $u_n, f(n)$  – *общим членом* ряда. Сумму  $\sum_{n=1}^m f(n)$  обозначают также как  $S_m$  и называют  *$m$ -й частичной суммой* ряда.

**Теорема.** (Необходимое условие сходимости ряда для последовательности под знаком суммы). Пусть ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$  сходится и имеет сумму  $S$ . Тогда предел общего члена ряда равен нулю:  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = 0$ .

**Доказательство.** Рассмотрим частичные суммы ряда:

$$S_{n-1} = u_1 + u_2 + \dots + u_{n-1}, \quad S_n = u_1 + u_2 + \dots + u_{n-1} + u_n.$$

При этом  $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} S_{n-1} = S$ ,  $u_n = S_n - S_{n-1}$ . Получаем:

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} S_n - \lim_{n \rightarrow +\infty} S_{n-1} = S - S = 0. \text{ Теорема доказана.}$$

**Следствие.** Если предел общего члена ряда не равен нулю или не существует, то ряд расходится для последовательности под знаком суммы.

**Примеры.** Исследовать сходимость ряда в следующих четырёх случаях.

1)  $1+1+\dots+1+\dots$ . Ряд для данной последовательности единиц расходится, что можно обосновать двумя способами. Во-первых,  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} 1 = 1 \neq 0$ . Во-вторых,  $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} n = +\infty$ .

2)  $1-1+\dots+(-1)^{n+1}+\dots$ . Здесь  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} (-1)^{n+1}$  не существует. Ряд для данной последовательности расходится.

3)  $\frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \dots + \frac{1}{n \cdot (n+1)} + \dots$ . Преобразуем частичную сумму:

$$S_n = \frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \dots + \frac{1}{n \cdot (n+1)} =$$

$$= \left(1 - \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) + \dots + \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}\right) = 1 - \frac{1}{n+1}.$$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} \left(1 - \frac{1}{n+1}\right) = 1 - \frac{1}{+\infty+1} = 1 - 0 = 1. \text{ Ряд для данной}$$

последовательности сходится и его сумма равна 1.

4)  $b_1 + b_1q + b_1q^2 + \dots + b_1q^{n-1} + \dots$ . Здесь члены ряда – это члены геометрической прогрессии. Сумма  $n$  членов геометрической прогрессии находится по формуле (если  $q \neq 1$ )  $S_n = \frac{b_1(1-q^n)}{1-q}$ . Если  $|q| < 1$ , то

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{b_1(1-q^n)}{1-q} = \frac{b_1}{1-q} \text{ и ряд сходится для бесконечно убывающей}$$

геометрической прогрессии. Если  $|q| \geq 1$ , то ряд расходится.

Пусть первые  $k$  членов последовательности  $(u_n)$  заменены нулями. Тогда получается ряд, который называется  $k$ -м (катым) *остатком* исходного ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$  и обозначается как  $\sum_{n=k+1}^{+\infty} u_n$ . Можно показать, что ряд и его  $k$ -й остаток в смысле сходимости ведут себя одинаково: либо оба сходятся, либо оба расходятся.

## 11.2. Признак Даламбера сходимости ряда с положительными членами

**Теорема.** (Признак Даламбера сходимости ряда с положительными членами). Пусть дан числовой ряд с положительными членами  $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$ ,

$(\forall n \in N)(u_n > 0)$ . Пусть существует конечный или бесконечный предел отношения следующего члена ряда к предыдущему, т.е.  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{u_{n+1}}{u_n} = \rho$ ,

$0 \leq \rho \leq +\infty$ . Тогда:

- а) если  $\rho < 1$ , то ряд сходится для данной последовательности  $(u_n)$ ;
- б) если  $\rho > 1$ , то ряд расходится для данной последовательности  $(u_n)$ ;
- в) если  $\rho = 1$ , то требуется дополнительное исследование ряда на сходимость для данной последовательности  $(u_n)$ .

**Доказательство** доступно, но его здесь не рассматриваем.

**Замечание.** Достаточно, чтобы условие положительности членов ряда выполнялось с некоторого номера  $n > 1$ .

**Пример.** Исследуем на сходимость ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n^3} \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^n$ . Общий член ряда  $u_n = \frac{1}{n^3} \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^n$ , следующий член ряда  $u_{n+1} = \frac{1}{(n+1)^3} \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^{n+1}$ . Найдём предел отношения следующего члена ряда к предыдущему:

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{u_{n+1}}{u_n} &= \lim_{n \rightarrow +\infty} \left( \frac{1}{(n+1)^3} \left(\frac{4}{3}\right)^{n+1} : \frac{1}{n^3} \left(\frac{4}{3}\right)^n \right) = \lim_{n \rightarrow +\infty} \left( \frac{1}{(n+1)^3} \left(\frac{4}{3}\right)^{n+1} \cdot \frac{n^3}{1} \left(\frac{3}{4}\right)^n \right) = \\ &= \frac{4}{3} \lim_{n \rightarrow +\infty} \left( \frac{n}{n+1} \right)^3 = \frac{4}{3} \left( \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n}{n+1} \right)^3 = \frac{4}{3} \left( \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{\frac{n}{n}}{\frac{n}{n} + \frac{1}{n}} \right)^3 = \frac{4}{3} \left( \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{1}{1 + \frac{1}{n}} \right)^3 = \\ &= \frac{4}{3} \left( \frac{1}{1+0} \right)^3 = \frac{4}{3}, \quad \frac{4}{3} > 1, \text{ ряд расходится для данной последовательности.} \end{aligned}$$

### 11.3. Интегральный признак Коши сходимости ряда с положительными членами. Признак сравнения с обобщённым гармоническим рядом

**Теорема.** (Интегральный признак Коши сходимости ряда с положительными членами). Пусть дан числовой ряд с положительными членами

$\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$ ,  $(\forall n \in N)(u_n > 0)$ . Пусть существует такая убывающая функция

$f(x)$ ,  $x \in [1, +\infty)$ , что  $f(n) = u_n$ ,  $n \in N$ . Тогда несобственный интеграл  $\int_1^{+\infty} f(x) dx$

и ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$  совместно сходятся или расходятся.

**Доказательство** доступно, но его здесь не рассматриваем.

**Замечание.** Достаточно, чтобы условие положительности членов ряда выполнялось с некоторого номера  $n > 1$ .

**Пример.** Исследуем на сходимость ряд  $\sum_{n=3}^{+\infty} \frac{3^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}}$ . Составим функцию, заменяя в общем члене ряда натуральный аргумент  $n$  действительным аргументом  $x$ :  $f(x) = \frac{3^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}}$ ,  $x \in [3, +\infty)$ . Эта функция является убывающей, т.к. числитель дроби убывает, а знаменатель возрастает с увеличением аргумента  $x$ . Исследуем сходимость несобственного интеграла:

$$\int_3^{+\infty} \frac{3^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}} dx = \lim_{b \rightarrow +\infty} \int_3^b \frac{3^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}} dx = \left| \begin{array}{l} u = \sqrt{x}, \\ du = \frac{dx}{2\sqrt{x}}, \\ \frac{dx}{\sqrt{x}} = 2du, \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \frac{x}{b} \left| \frac{u}{\sqrt{b}} \right. \\ \frac{3}{3} \left| \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \right. \end{array} \right| = \lim_{b \rightarrow +\infty} 2 \int_{\sqrt{3}}^{\sqrt{b}} 3^{-u} du =$$

$$= 2 \cdot \lim_{b \rightarrow +\infty} \left( -\frac{3^{-u}}{\ln 3} \right) \Big|_{\sqrt{3}}^{\sqrt{b}} = 2 \cdot \lim_{b \rightarrow +\infty} \left( -\frac{3^{-\sqrt{b}}}{\ln 3} + \frac{3^{-\sqrt{3}}}{\ln 3} \right) = 2 \cdot \frac{3^{-\sqrt{3}}}{\ln 3}.$$

Ввиду конечности предела, несобственный интеграл сходится для функции  $f(x) = \frac{3^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}}$ ,  $x \in [3, +\infty)$ , значит и ряд сходится для последовательности  $\left( \frac{3^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}} \right)$ ,  $n = 3, 4, \dots$ . Заметим, что можно считать, что  $u_1 = u_2 = 0$ .

**Пример.** Исследуем на сходимость ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n}$ , который называется *гармоническим рядом*. Составим функцию, заменяя в общем члене ряда натуральный аргумент  $n$  действительным аргументом  $x$ :  $f(x) = \frac{1}{x}$ ,  $x \in [1, +\infty)$ . Эта функция является убывающей. Исследуем сходимость несобственного интеграла:

$$\int_1^{+\infty} \frac{1}{x} dx = \lim_{b \rightarrow +\infty} \int_1^b \frac{1}{x} dx = \lim_{b \rightarrow +\infty} \left( \ln x \Big|_1^b \right) = \lim_{b \rightarrow +\infty} (\ln b - \ln 1) = \lim_{b \rightarrow +\infty} \ln b = +\infty.$$

Гармонический ряд расходится.

**Пример.** По интегральному признаку Коши можно исследовать на сходимость ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n^p}$ , который называется *обобщённым гармоническим рядом*. При этом оказывается, что если  $p > 1$ , то ряд сходится, и если  $p \leq 1$ , то ряд расходится.

**Теорема.** (Признак сравнения с обобщённым гармоническим рядом).

Пусть дан ряд с положительными членами  $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$ . Пусть имеет место

эквивалентность  $u_n \underset{n \rightarrow +\infty}{\sim} \frac{k}{n^p}$ , где  $k, p$  – постоянные. Тогда:

- а) если  $p > 1$ , то ряд сходится для данной последовательности  $(u_n)$ ;
- б) если  $p \leq 1$ , то ряд расходится для данной последовательности  $(u_n)$ .

**Доказательство** здесь не рассматриваем. Оно основано на сравнении данного ряда с обобщённым гармоническим рядом: ряд для последовательности с указанным свойством ведёт себя также, как обобщённый гармонический ряд.

**Пример.** Исследовать сходимость ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3n^2 + n - 2}{\sqrt{n^5 + 4n^3 + n + 5}}$ .

**Решение.** Выпишем общий член ряда и упростим его, оставляя в числителе и знаменателе члены с наивысшими степенями  $n$ :

$$u_n = \frac{3n^2 + n - 2}{\sqrt{n^5 + 4n^3 + n + 5}} \underset{n \rightarrow +\infty}{\sim} \frac{3n^2}{\sqrt{n^5}} = \frac{3n^2}{n^{\frac{5}{2}}} = \frac{3}{n^{\frac{1}{2}}}. \text{ Получили } p = \frac{1}{2}, \quad p < 1.$$

Значит, ряд расходится для данной последовательности.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ РЯДА С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ ЧЛЕНАМИ»

### Вариант 1

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n}{(3n+1)2^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{(n+3)\ln(n+3)}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n}{3n+2}; \quad \sum_{n=5}^{+\infty} \frac{n}{\sqrt{3n-5}}.$$

### Вариант 2

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=10}^{+\infty} \frac{(n-1)!}{7^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+1}{n^2+1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3n^2+5}{n^2+3}; \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{n}{n^2-1}.$$

### Вариант 3

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^5}{(2n-1)!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{(n+1)\sqrt{n}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{3n+5}; \quad \sum_{n=5}^{+\infty} \frac{\sqrt{n}+3}{\sqrt{n^3+n+1}}.$$

#### Вариант 4

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \left(\frac{n+1}{2n}\right)^{n+1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{7n+10}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}}; \quad \sum_{n=5}^{+\infty} \frac{1}{n^2+5n+6}.$$

#### Вариант 5

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^2+1}{(2n+2)3^{n-2}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5n+1}{9n-1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{n}2^{\sqrt{n}}}; \quad \sum_{n=4}^{+\infty} \frac{1}{n^2-4n+3}.$$

#### Вариант 6

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2^{n+1}(3n+2)}{n!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n}{\sqrt{3n^2+2}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{3n+4}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{n+1}}.$$

#### Вариант 7

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n}{(5n-1)^n}; \quad \sum_{n=10}^{+\infty} \frac{2n}{\sqrt{n^2+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{e^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+\sqrt{n}+3}{n^2+\sqrt{n}+3}.$$

#### Вариант 8

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=5}^{+\infty} \frac{2^n}{(n-4)!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+2}{\sqrt[3]{n^3+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{e^{-\sqrt{n}}}{2\sqrt{n}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n\sqrt{n}+n^2+3}{n^4-n+1}.$$

#### Вариант 9

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \left(\frac{3}{4}\right)^n \frac{1}{n+2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^2-1}{(1+3n)^2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{2n+1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+1}{n^3+1}.$$

#### Вариант 10

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3n+1}{2^n \sqrt{n+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n}{(9n^2+1)^2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5n}{\sqrt{n^2+3}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\ln(n+1)}.$$

### Вариант 11

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n^4} \left(\frac{5}{2}\right)^n; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5n}{3n+1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{e^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1+n}{1+n^2}.$$

### Вариант 12

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2n-3}{\sqrt{n} 2^{2n-3}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3n}{2n^2-1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2n+1}{n(n+1)}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3n+4n^3+5}{3n^2-4\sqrt{n}+3}.$$

### Вариант 13

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n!}{(3n-1)10^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{3n+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\sqrt{n^2+1}}{\sqrt[3]{n^3+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+2}{n^3+2n^2+1}.$$

### Вариант 14

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n!}{(n+1)^n}; \quad \sum_{n=10}^{+\infty} \frac{1}{n \ln^2 n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+5}{\sqrt[3]{n^3+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+1}{n\sqrt{n+7}}.$$

### Вариант 15

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=2}^{+\infty} \frac{(n-1)!}{100^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{(n+1) \ln^2(n+1)}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\sqrt[3]{n^5}}{n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{n+1}}.$$

### Вариант 16

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2^n}{n3^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+2}{n^2}; \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{1}{n \ln^5 n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n^2 + n}.$$

### Вариант 17

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^n}{(2n-1)^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+1}{n^3}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{(n+1) \ln(n+1)}; \quad \sum_{n=10}^{+\infty} \frac{n}{n^5 - 3n - 1}.$$

### Вариант 18

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=2}^{+\infty} \frac{n+1}{2^n \cdot (n-1)!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3n^2+1}{(4n-1)^2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{5n+3}; \quad \sum_{n=3}^{+\infty} \frac{n}{n^2 + \sqrt{n^7} + 1}.$$

### Вариант 19

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^3}{(2n)!}; \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{1}{n(\sqrt{n}-1)}; \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{1}{n \ln^4 n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^3+1}{n^4+5}.$$

### Вариант 20

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n \cdot 3^n}{2n+1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3n^2}{n^2+2}; \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{1}{n \ln^2 n}; \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{n+2}{n^2-1}.$$

### Вариант 21

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n!}{2^{n^2}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5^n}{3^n(2n+1)}; \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{1}{n \ln^3 n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5n+3}{\sqrt[3]{n^5}+5}.$$

### Вариант 22

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши,

признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{4n-3}{\sqrt{n}3^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n}{6n-5}; \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{1}{n \ln n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\sqrt{n}}{n^2+1}.$$

### Вариант 23

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2^n}{(3n)!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \sqrt{\frac{n+2}{3n+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3}{5n-1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n^4+5}}.$$

### Вариант 24

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^n}{n!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{4n-1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+3}{2n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2}{n^2-n+5}.$$

### Вариант 25

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=4}^{+\infty} \frac{(n-2)!}{3^{n+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{(2n+1)2n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+3}{\sqrt[3]{3n^3+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+3}{n^2+n+1}.$$

### Вариант 26

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(2n+3)4^{n+1}}{(2n+2)!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{5n+6}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \sqrt{\frac{n+3}{2n+3}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5n}{3n^2-2n+5}.$$

### Вариант 27

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=4}^{+\infty} \frac{5^{n-1}}{(n-1)!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{2n}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \sqrt{n+1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+3}{n^3+3n^2+1}.$$

### Вариант 28

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши,

признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(n+2)^n}{(n+1)!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3}{5n+1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5n}{3n+5}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\sqrt[3]{n} + n + 1}{n^2 - 3n + 10}.$$

### Вариант 29

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \left( \frac{2n-1}{3n+2} \right)^n; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+1}{\sqrt[4]{n^7}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{3n+10}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{n+1}}.$$

### Вариант 30

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^5}{5^{n+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2n}{\sqrt{n^2+3}}; \quad \sum_{n=4}^{+\infty} \frac{1}{n \ln^3 n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n}{3n^2 - n + 1}.$$

## 11.4. Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница

Пусть  $(\forall n \in \mathbb{N})(u_n > 0)$ . Рассмотрим последовательность  $((-1)^{n+1} u_n)$ . Ряд для такой последовательности  $\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} u_n$  называется *знакопередающимся*.

**Теорема.** (Признак Лейбница сходимости знакопередающегося ряда).

Пусть дан знакопередающийся ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} u_n$ , для членов которого

выполнены два условия:

1) Предел модуля общего члена ряда равен нулю:  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = 0$ .

2) Абсолютные величины членов ряда монотонно убывают, т.е.  $(\forall n \in \mathbb{N})(u_n > u_{n+1})$ .

Тогда знакопередающийся ряд сходится и его сумма  $S$  удовлетворяет неравенству  $0 < S < u_1$ .

**Доказательство** доступно, но его здесь не рассматриваем.

**Замечание 1.** Если  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n \neq 0$ , то знакопередающийся ряд расходится,

т.к. при этом  $\lim_{n \rightarrow +\infty} (-1)^{n+1} u_n$  не существует – не выполнен необходимый признак сходимости ряда.

**Замечание 2.** Проверка второго условия теоремы может быть сведена к проверке выполнения неравенства  $(u_n)'_n < 0$ .

**Замечание 3.** Абсолютная погрешность при замене суммы  $S$  знакочередующегося ряда частичной суммой  $S_n$  не превосходит модуля суммы  $n$ -го остатка ряда, который не превосходит модуля первого из членов остатка, т.е.  $u_{n+1}$ . Если требуется вычислить сумму сходящегося знакочередующегося ряда с точностью  $\varepsilon$ , то следует решить неравенство  $u_{n+1} < \varepsilon$  относительно  $n$ , чтобы найти число учитываемых членов ряда. При этом в промежуточных расчётах члены ряда берутся точно либо округляются с точностью на два порядка выше точности  $\varepsilon$ .

**Пример.** Исследовать сходимость ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n}$ .

**Решение.** Проверим выполнение условий теоремы Лейбница.

1) Находим предел модуля общего члена ряда:  $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{1}{n} = \frac{1}{+\infty} = 0$ .

Это условие выполнено.

2) Очевидным является монотонное убывание абсолютных величин членов ряда:  $\frac{1}{1} > \frac{1}{2} > \frac{1}{3} > \dots > \frac{1}{n} > \dots$ .

Таким образом, ряд для данной последовательности сходится и его сумма  $S$  удовлетворяет неравенству  $0 < S < 1$ .

**Пример.** Сколько членов ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n}$  нужно учесть, чтобы найти его сумму  $S$  с точностью  $\varepsilon = 0,01$ ?

**Решение.** Ряд для данной последовательности сходится, как было показано в предыдущем примере. Следует решить неравенство  $u_{n+1} < \varepsilon$  относительно  $n$ , чтобы найти число учитываемых членов ряда:  $\frac{1}{n+1} < 0,01 = \frac{1}{100}$ . Минимальное значение  $n$ , удовлетворяющее неравенству, равно 100. Следует учесть 100 членов ряда, при этом в промежуточных расчётах значения членов ряда следует округлять до пятого знака после запятой, чтобы не внести грубую ошибку в значение суммы ряда.

### 11.5. Абсолютная и условная сходимость знакопеременного ряда

Ряд называется *знакопеременным*, если у него бесконечное число положительных и бесконечное число отрицательных членов, причём закономерность расстановки знаков имеет произвольный характер. Сформулируем признак сходимости знакопеременного ряда.

**Теорема.** Пусть дан знакопеременный ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$  и пусть составлен ряд из абсолютных величин его членов  $\sum_{n=1}^{+\infty} |u_n|$ . Тогда, если сходится ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} |u_n|$ ,

составленный из абсолютных величин членов исходного ряда, то сходится также исходный знакопеременный ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$ .

**Доказательство** доступно, но его здесь не рассматриваем.

Знакопеременный ряд называется *абсолютно сходящимся*, если вместе с ним сходится ряд, составленный из абсолютных величин его членов. Сходящийся знакопеременный ряд называется *условно сходящимся*, если ряд, составленный из абсолютных величин его членов, расходится.

**Пример.** Исследовать характер сходимости ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n}$ , факт сходимости которого подтверждён в примере параграфа 11.4.

**Решение.** Ряд, составленный из абсолютных величин членов исследуемого ряда, является гармоническим рядом  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n}$ , он расходится, как было показано в параграфе 11.3. Поэтому исходный исследуемый ряд сходится условно.

**Пример.** Как известно из параграфа 11.3, ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n^2}$  сходится. Тогда знакопеременный ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^2}$  сходится абсолютно.

Главное свойство абсолютно сходящегося ряда: любая бесконечная перестановка его членов не влияет на факт сходимости ряда и не изменяет его сумму.

Главное свойство условно сходящегося ряда: бесконечная перестановка его членов может изменить сумму ряда и даже может сделать ряд расходящимся.

Приведём пример, который демонстрирует главное свойство условно сходящегося ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n}$ . Пусть его сумма равна  $S$ :

$$S = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \frac{1}{5} - \frac{1}{6} + \frac{1}{7} - \frac{1}{8} + \dots$$

Поставим после каждого положительного члена два очередных отрицательных члена, получим новый ряд. Найдём связь его суммы  $S'$  с  $S$ :

$$S' = \left(1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{6} - \frac{1}{8}\right) + \dots = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{8}\right) + \dots = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \dots\right) = \frac{1}{2} S.$$

Таким образом, перестановка членов ряда привела к уменьшению суммы ряда вдвое.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ПРИЗНАК ЛЕЙБНИЦА СХОДИМОСТИ РЯДА СО ЗНАКОЧЕРЕДУЮЩИМИСЯ ЧЛЕНАМИ. АБСОЛЮТНАЯ И УСЛОВНАЯ СХОДИМОСТЬ ЗНАКОПЕРЕМЕННОГО РЯДА»

### Вариант 1

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{n}{\sqrt{7n^2 + 5}}.$$

### Вариант 2

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{n+1}{3n-2}.$$

### Вариант 3

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{n+9}{4n-1}$$

### Вариант 4

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^n n}{6n^2 - 5}.$$

### Вариант 5

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=2}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{\sqrt{n^2 - 1}}.$$

### Вариант 6

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{n\sqrt{n}}.$$

### Вариант 7

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n2^n}.$$

### Вариант 8

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2n}{\sqrt{4n^2 + 5}} (-1)^n.$$

### Вариант 9

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{2n+1}{n^3}.$$

#### Вариант 10

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n (\sqrt[n]{2} - 1).$$

#### Вариант 11

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1} n}{(7n-1)^2}.$$

#### Вариант 12

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5n^2}{n^3+1} (-1)^{n+1}.$$

#### Вариант 13

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{n}{3n+5}.$$

#### Вариант 14

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{1}{\ln(1+n)}.$$

#### Вариант 15

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{n^3}{2^n}.$$

#### Вариант 16

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \sqrt{\frac{n+3}{3n+5}}.$$

#### Вариант 17

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{2n}{\sqrt{4n^2 + 5}}.$$

### Вариант 18

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{3n + 5}.$$

### Вариант 19

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{5n^2}{n^3 + 1}.$$

### Вариант 20

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+3}{n^3 + 2} (-1)^n.$$

### Вариант 21

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{n^3}{2^n}.$$

### Вариант 22

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{n^3}{e^n}.$$

### Вариант 23

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{3n}{2n^2 - 1}.$$

### Вариант 24

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{n}{\sqrt{3n^2 + 2}}.$$

### Вариант 25

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{n}{(n+1)^3}.$$

### Вариант 26

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=4}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt{(n-3)^5}}.$$

### Вариант 27

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt{n^2 + 4}}.$$

### Вариант 28

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{\sqrt{(n+1)^3}}.$$

### Вариант 29

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{3n}{n^2 + 3}.$$

### Вариант 30

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{n+1}{10n}.$$

## 11.6. Степенные ряды. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Ряды по степеням $(x - x_0)$

Пусть дана последовательность  $(a_n)$ , и дана числовая переменная  $x$ . Составим совокупность последовательностей  $(a_n x^n)$ , к которым применим функционал – числовой ряд. Полученный ряд называют *степенным рядом* и к нему добавляют дополнительно нулевой член  $a_0$ :

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n + \dots \text{ или } a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n x^n.$$

Множество последовательностей  $(a_n x^n)$  является подмножеством множества всех последовательностей  $A(NR)$ , а выбор последовательности

степенного ряда связан с числом  $x$ . Поэтому степенной ряд является сужением числового ряда, а вопрос о сходимости сводится к нахождению тех значений  $x$ , для которых ряд сходится. Это множество называется *областью сходимости* степенного ряда. Область сходимости содержит по крайней мере одно число  $x=0$ .

Далее исследуем структуру области сходимости степенного ряда.

**Теорема 1** (теорема Абеля).

1) Пусть степенной ряд  $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n x^n$  сходится при  $x = x_0, x_0 \neq 0$ . Тогда для всех  $x$ , удовлетворяющих неравенству  $|x| < |x_0|$ , степенной ряд сходится абсолютно.

2) Пусть степенной ряд  $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n x^n$  расходится при  $x = x_1$ . Тогда для всех  $x$ , удовлетворяющих неравенству  $|x| > |x_0|$ , степенной ряд расходится.

Доказательство теоремы не рассматриваем, но приведём рисунок 1 к ней.



Рисунок 1. К теореме Абеля.

Незаштрихованная нейтральная часть на рисунке 1 может быть многократно уменьшена присоединением её части к области сходимости либо к области расходимости ряда. Результат такой процедуры дан в следующей теореме.

**Теорема 2** (о структуре области сходимости степенного ряда). Пусть степенной ряд  $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n x^n$  сходится не только при  $x=0$ . Тогда существует такое положительное число  $R$ , что для всех  $x$ , удовлетворяющих неравенству  $|x| < R$ , степенной ряд сходится абсолютно, а для всех  $x$ , удовлетворяющих неравенству  $|x| > R$ , степенной ряд расходится.

Число  $R$  называется *радиусом сходимости* степенного ряда, а интервал  $(-R, R)$  называется *интервалом сходимости* степенного ряда. В каждой точке интервала сходимости ряд сходится абсолютно. За границами интервала сходимости ряд расходится, а в граничных точках  $x = -R$  и  $x = R$  требуется дополнительное исследование на сходимость с применением других признаков сходимости – интегрального признака Коши, признака сравнения с обобщённым гармоническим рядом, признака Лейбница для знакочередующихся рядов, необходимого признака сходимости.

Отличие степенного ряда  $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n (x - x_0)^n$  состоит в том, что его интервал сходимости имеет вид  $(x_0 - R, x_0 + R)$ , где  $R$  – радиус сходимости.

Абсолютная сходимость степенного ряда в интервале сходимости позволяет применять для нахождения радиуса сходимости признак Даламбера, при условии, что получаемый предел строго меньше 1.

**Примеры.** Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов, используя интегральный признак Коши, признак Лейбница, необходимый признак сходимости:

$$1) \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n \cdot x^n}{5^n \cdot \sqrt{n}}; \quad 2) \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+1)^n}{4^n}.$$

**Решение.** 1) Исследуем сходимость ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n \cdot x^n}{5^n \cdot \sqrt{n}}$ . Найдём предел

отношения модуля следующего члена ряда к модулю предыдущего:

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow +\infty} \left| \frac{3^{n+1} \cdot x^{n+1}}{5^{n+1} \cdot \sqrt{n+1}} \right| : \left| \frac{3^n \cdot x^n}{5^n \cdot \sqrt{n}} \right| &= \lim_{n \rightarrow +\infty} \left| \frac{3^{n+1} \cdot x^{n+1}}{5^{n+1} \cdot \sqrt{n+1}} \right| \cdot \left| \frac{5^n \cdot \sqrt{n}}{3^n \cdot x^n} \right| = \frac{3}{5} |x| \cdot \lim_{n \rightarrow +\infty} \sqrt{\frac{n}{n+1}} = \\ &= \frac{3}{5} |x| \cdot \sqrt{\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n}{n+1}} = \frac{3}{5} |x| \cdot \sqrt{\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{1}{1 + \frac{1}{n}}} = \frac{3}{5} |x| \cdot \sqrt{\frac{1}{1+0}} = \frac{3}{5} |x|. \end{aligned}$$

Полагаем, что  $\frac{3}{5} |x| < 1$ , откуда получаем  $|x| < \frac{5}{3}$ , т.е. радиус сходимости ряда

$R = \frac{5}{3}$ , интервал сходимости ряда  $\left(-\frac{5}{3}, \frac{5}{3}\right)$ . Исследуем сходимость ряда на

концах интервала сходимости.

Если  $x = \frac{5}{3}$ , то получаем ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n \cdot \left(\frac{5}{3}\right)^n}{5^n \cdot \sqrt{n}} = \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{n}}$ . Исследуем полученный

ряд с помощью интегрального признака Коши. Для функции  $f(x) = \frac{1}{\sqrt{x}}$ ,  $x \in [1, +\infty)$  составим несобственный интеграл и исследуем его

сходимость:  $\int_1^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{x}} dx = \lim_{b \rightarrow +\infty} \int_1^b \frac{1}{\sqrt{x}} dx = \lim_{b \rightarrow +\infty} 2\sqrt{x} \Big|_1^b = \lim_{b \rightarrow +\infty} (2\sqrt{b} - 2\sqrt{1}) = +\infty$ .

Несобственный интеграл расходится, значит и ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{n}}$  расходится.

Если  $x = -\frac{5}{3}$ , то получаем ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n \cdot \left(-\frac{5}{3}\right)^n}{5^n \cdot \sqrt{n}} = \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt{n}}$ . Исследуем

полученный знакочередующийся ряд с помощью признака Лейбница. Проверим два условия признака Лейбница.

а) Найдём предел модуля общего члена ряда:  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{1}{\sqrt{n}} = 0$ . Условие

выполнено.

б) Монотонное убывание модулей членов ряда тоже очевидно:

$$\frac{1}{\sqrt{1}} > \frac{1}{\sqrt{2}} > \dots > \frac{1}{\sqrt{n}} > \frac{1}{\sqrt{n+1}} > \dots$$

Полученный знакочередующийся ряд сходится по признаку Лейбница.

Таким образом, областью сходимости степенного ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n \cdot x^n}{5^n \cdot \sqrt{n}}$  является

полуинтервал  $\left[-\frac{5}{3}, \frac{5}{3}\right)$ .

2) Исследуем сходимость ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+1)^n}{4^n}$ . Найдём предел отношения

модуля следующего члена ряда к модулю предыдущего:

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \left| \frac{(x+1)^{n+1}}{4^{n+1}} \right| : \left| \frac{(x+1)^n}{4^n} \right| = \lim_{n \rightarrow +\infty} \left| \frac{(x+1)^{n+1}}{4^{n+1}} \right| \cdot \left| \frac{4^n}{(x+1)^n} \right| = \frac{|x+1|}{4}.$$

Полагаем, что  $\frac{|x+1|}{4} < 1$ , откуда получаем  $|x+1| < 4$ , т.е. радиус сходимости ряда  $R = 4$ , интервал сходимости ряда  $(-5, 3)$ . Исследуем сходимость ряда на концах интервала сходимости.

Если  $x = 3$ , то получаем ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(3+1)^n}{4^n} = \sum_{n=1}^{\infty} 1 = 1 + 1 + \dots + 1 + \dots$ . Здесь предел общего члена ряда равен 1 и не равен 0, т.е. не выполняется необходимый признак сходимости, и ряд расходится.

Если  $x = -5$ , то получаем ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-5+1)^n}{4^n} = \sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n = 1 - 1 + \dots + (-1)^n + \dots$ . Здесь предел общего члена ряда не равен 0, т.к.  $\lim_{n \rightarrow +\infty} (-1)^n$  не существует, т.е. не выполняется необходимый признак сходимости, и ряд расходится.

Таким образом, областью сходимости степенного ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+1)^n}{4^n}$  является интервал  $(-5, 3)$ .

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ОБЛАСТЬ СХОДИМОСТИ СТЕПЕННОГО РЯДА»

### Вариант 1

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-2)^n}{n5^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+2)^n}{2^n(n+1)^3}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{nx^n}{5^n}.$$

### Вариант 2

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{n+1}}{n^3}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{2n-1}}{3^{n-1}n\sqrt{n}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{nx^n}{3^n(n+1)}.$$

### Вариант 3

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{2n+1}}{3^n\sqrt{3n-1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+1)^{n-1}}{(2n+3)^3}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(2x)^n}{5^n\sqrt{n}}.$$

### Вариант 4

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n x^{2n}}{4n(n+1)}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-5)^n}{(n+1)^{2n-1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{nx^n}{2^n}.$$

### Вариант 5

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2}{3^{2n}} \left(\frac{x}{2}\right)^{2n+1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+6)^n}{4^{n+1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(2x)^n}{6^n+3^n}.$$

### Вариант 6

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^n}{(2n-3)^2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+1)^n}{(2n-1)6^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(3x)^n}{8^n\sqrt[3]{n}}.$$

### Вариант 7

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{2n+1}}{3^{2n}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-6)^n}{5n-3}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(n+1)x^n}{3^n(n+2)}.$$

### Вариант 8

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{n+1}}{(3n-1)^3}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+2)^n}{3^{n+4}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(2x)^n}{3^n + 7^n}.$$

### Вариант 9

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(3x)^{2n}}{n\sqrt{2n-1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-2)^n}{3^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(3x)^n}{\sqrt{n}}.$$

### Вариант 10

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(8x)^{2n-1}}{5n+2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-1)^n}{5^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{n-1}}{n}.$$

### Вариант 11

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(n+3)^2 x^n}{(n+1)!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+1)^{2n}}{\sqrt{n+4}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^n}{n!}.$$

### Вариант 12

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(4x)^{2n-1}}{(5n-2)^2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-7)^n}{2^{n-1}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{nx^n}{5^n(n+1)}.$$

### Вариант 13

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=3}^{+\infty} \frac{x^n \sqrt{2n+1}}{(n-2)!}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-2)^{n+1}}{2^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(5x)^n}{3^n + 4^n}.$$

### Вариант 14

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{2n-1}}{2^{n-1} \sqrt{n}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n(x-5)^n}{3n-1}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(5x)^n}{7^n \sqrt[3]{n}}.$$

### Вариант 15

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-1)^n}{5n-3}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \left(\frac{2}{3}\right)^n x^{2n-2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(7x)^n}{6^n \cdot \sqrt[3]{n}}.$$

### Вариант 16

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=3}^{+\infty} \frac{x^{2n-1}}{2^n \cdot \sqrt[3]{n-2}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+5)^n}{(n+1)^3}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(7x)^n}{5^n + 3^n}.$$

### Вариант 17

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{2n}}{3n(n+1)}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-2)^n}{3^{n-1}n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5^n x^n}{4^n}.$$

### Вариант 18

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3}{\sqrt{n^3}} \left(\frac{x}{3}\right)^{2n+1}; \quad \sum_{n=4}^{+\infty} \frac{(x-3)^{2n}}{3n-4}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2^n x^n}{7^n \sqrt{n}}.$$

### Вариант 19

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^n}{(n+2)^2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+1)^n}{n3^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\sqrt{n}x^n}{n+1}.$$

### Вариант 20

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{2n}}{n \cdot 9^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(3n-2)(x-3)^n}{(n+1)^2}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^n}{\sqrt[3]{n^2+2}}.$$

### Вариант 21

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(3x)^n}{\sqrt{3n-2}}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+3)^{2n-1}}{2n \cdot 4^n}; \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2^x x^n}{3^n \sqrt{n}}.$$

### Вариант 22

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(10x)^n}{\sqrt{n}}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-2)^n}{n}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^n}{n(n+1)}.$$

### Вариант 23

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2^{n-1} x^{2n-1}}{(4n-3)^2}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-5)^n}{n3^n}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n x^n}{\sqrt{n}}.$$

### Вариант 24

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(2x)^n}{\sqrt{3^n (2n-1)}}; \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{\sqrt{n} x^n}{n-1}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-2)^{n+1}}{(n+1)!}.$$

### Вариант 25

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\sqrt{n} x^n}{n!}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n(x-5)^{n+1}}{8n-1}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^n}{n! 0^n}.$$

### Вариант 26

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n! x^n}{n^n}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2n}{(n+1)(n+2)} \left(\frac{x}{3}\right)^{n+1}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n(x-7)^n}{3n+1}.$$

### Вариант 27

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^{2n-1}}{5^n \sqrt{n+1}}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-4)^n}{n^2}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n}{n+1} \left(\frac{x}{2}\right)^n.$$

### Вариант 28

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} 2^{n-1} x^{2(n-1)}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+2)^n}{n}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(2x)^n}{5^n \sqrt{n}}.$$

### Вариант 29

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(2x)^{2n}}{8n(n+1)}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+1)^n}{n(n+1)2^{n-1}}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(5x)^n}{6^n \sqrt[3]{n}}.$$

### Вариант 30

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{nx^{2n+1}}{6^{2n}}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x-3)^{n-1}}{3^n}; \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(3x)^n}{4^n + 5^n}.$$

## 11.7. Свойства степенных рядов: непрерывность суммы степенного ряда, дифференцирование и интегрирование в интервале сходимости

Пусть степенной ряд  $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n x^n$  сходится в интервале сходимости  $(-R, R)$  и имеет сумму  $S(x)$ , т.е.

$$S(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n + \dots = a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n x^n.$$

**Теорема 1.** Сумма  $S(x)$  степенного ряда в интервале сходимости  $(-R, R)$  является дифференцируемой функцией. При этом её производная  $S'(x)$  равна сумме ряда, полученного почленным дифференцированием исходного ряда, т.е.

$$S'(x) = a_1 + 2a_2 x + \dots + na_n x^{n-1} + \dots = \sum_{n=1}^{+\infty} na_n x^{n-1}.$$

Доказательство не рассматриваем.

**Следствие.** Известно, что дифференцируемая функция является непрерывной. Поэтому сумма  $S(x)$  степенного ряда в интервале сходимости  $(-R, R)$  является непрерывной функцией.

**Теорема 2.** Сумма  $S(x)$  степенного ряда в интервале сходимости  $(-R, R)$  является интегрируемой функцией на любом отрезке  $[x_1, x_2]$ , находящемся в интервале сходимости  $(-R, R)$ . При этом её интеграл равен сумме ряда, полученного почленным интегрированием исходного ряда, т.е.

$$\int_{x_1}^{x_2} S(x) dx = \int_{x_1}^{x_2} a_0 dx + \sum_{n=1}^{+\infty} \int_{x_1}^{x_2} a_n x^n dx.$$

Доказательство теоремы не рассматриваем.

**Следствие.** Если  $|x| < R$ , то

$$\int_0^x S(t) dt = a_0 x + a_1 \frac{x^2}{2} + a_2 \frac{x^3}{3} + \dots + a_n \frac{x^{n+1}}{n+1} + \dots \quad (1)$$

**Замечание.** Аналогичными свойствами обладают степенные ряды по степеням  $(x - x_0)$  в интервале сходимости  $(x_0 - R, x_0 + R)$ .

**Пример 1.** Рассмотрим ряд из членов геометрической прогрессии с первым членом 1 и знаменателем  $(-x)$ ,  $|x| < 1$ , для которого уже известна сумма:

$$\frac{1}{1+x} = 1 - x + x^2 - x^3 + x^4 - \dots \quad (2)$$

Проинтегрируем разложение (2) почленно по формуле (1) в интервале  $(-1, 1)$  и получим степенной ряд с областью сходимости  $(-1, 1]$ :

$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots \quad (3)$$

В частности,  $\ln 2 = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \dots$ .

**Пример 2.** Рассмотрим ряд из членов геометрической прогрессии с первым членом 1 и знаменателем  $(-x^2)$ ,  $|x| < 1$ , для которого уже известна сумма:

$$\frac{1}{1+x^2} = 1 - x^2 + x^4 - x^6 + x^8 - \dots \quad (4)$$

Проинтегрируем ряд (4) по формуле (1), получим ряд с областью сходимости  $[-1, 1]$ :

$$\operatorname{arctg} x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} - \dots \quad (5)$$

Формулы (2)-(5) дают разложение известных функций в степенные ряды, причём разложение имеет место не во всей области определения функции, а только в более узкой области сходимости степенного ряда. Далее будет рассмотрена общая формула разложения функции в степенной ряд и условия для такого разложения.

## 11.8. Ряды Тейлора и Маклорена

**Теорема 1.** Пусть функция  $f(x)$  разложена в степенной ряд в интервале сходимости  $(x_0 - R, x_0 + R)$  этого ряда:

$$f(x) = a_0 + a_1(x - x_0) + a_2(x - x_0)^2 + \dots + a_n(x - x_0)^n + \dots \quad (1)$$

Тогда коэффициенты этого разложения однозначно определены.

**Доказательство.** Ряд (1) можно почленно дифференцировать в интервале сходимости  $(x_0 - R, x_0 + R)$ :

$$f'(x) = 1 \cdot a_1 + 2 \cdot a_2(x - x_0) + \dots + n \cdot a_n(x - x_0)^{n-1} + \dots,$$

$$f''(x) = 1 \cdot 2 \cdot a_2 + \dots + (n-1) \cdot n \cdot a_n(x - x_0)^{n-2} + \dots,$$

$$f^{(n)}(x) = \dots \quad 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot (n-1) \cdot n \cdot a_n + \dots,$$

Полагая  $x = x_0$  во всех разложениях и пользуясь понятием факториала натурального числа, получаем однозначное представление коэффициентов:

$$a_0 = f(x_0), \quad a_1 = \frac{1}{1!} f'(x_0), \quad a_2 = \frac{1}{2!} f''(x_0), \quad \dots, \quad a_n = \frac{1}{n!} f^{(n)}(x_0), \quad \dots$$

Теорема доказана.

Если функция бесконечно дифференцируема в точке  $x_0$ , то для неё формально можно составить ряд, называемый *рядом Тейлора*, который имеет сумму  $S(x)$  в интервале сходимости ряда  $(x_0 - R, x_0 + R)$ :

$$S(x) = f(x_0) + \frac{(x-x_0)}{1!} f'(x_0) + \frac{(x-x_0)^2}{2!} f''(x_0) + \dots + \frac{(x-x_0)^n}{n!} f^{(n)}(x_0) + \dots \quad (1)$$

Связь  $S(x)$  и  $f(x)$  дана в следующей теореме. Предварительно повторим формулу Тейлора  $f(x) = P_n(x) + R_n(x)$ , где  $P_n(x)$  – многочлен Тейлора,  $R_n(x)$  – остаточный член формулы Тейлора. При этом

$$P_n(x) = f(x_0) + \frac{(x-x_0)}{1!} f'(x_0) + \frac{(x-x_0)^2}{2!} f''(x_0) + \dots + \frac{(x-x_0)^n}{n!} f^{(n)}(x_0),$$

$$R_n(x) = \frac{(x-x_0)^{n+1}}{(n+1)!} f^{(n+1)}(c), \quad c \in (x_0, x) \text{ или } c \in (x, x_0).$$

**Теорема.** Для того, чтобы  $S(x) = f(x)$  в разложении (1), необходимо и достаточно, чтобы предел остаточного члена формулы Тейлора в каждой точке интервала сходимости ряда  $(x_0 - R, x_0 + R)$  равнялся нулю:  $\lim_{n \rightarrow +\infty} R_n(x) = 0$ .

Доказательство не рассматриваем.

При выполнении условий теоремы имеем *разложение функции в ряд Тейлора* в интервале сходимости этого ряда  $(x_0 - R, x_0 + R)$ :

$$f(x) = f(x_0) + \frac{(x-x_0)}{1!} f'(x_0) + \frac{(x-x_0)^2}{2!} f''(x_0) + \dots + \frac{(x-x_0)^n}{n!} f^{(n)}(x_0) + \dots \quad (2)$$

Заметим, что интервал сходимости ряда Тейлора может оказаться уже области определения функции  $f(x)$ .

Если  $x_0 = 0$ , то разложение (2) называют также *разложением функции в ряд Маклорена* в его интервале сходимости  $(-R, R)$ :

$$f(x) = f(0) + \frac{x}{1!} f'(0) + \frac{x^2}{2!} f''(0) + \dots + \frac{x^n}{n!} f^{(n)}(0) + \dots \quad (3)$$

### 11.9. Разложение в ряд Маклорена функций $e^x$ , $\sin x$ , $\cos x$ , $(1+x)^\alpha$

Значения функции  $f(x) = e^x$  не изменяются при дифференцировании:  $f'(x) = e^x$ ,  $f''(x) = e^x$ ,  $\dots$ ,  $f^{(n)}(x) = e^x$ ,  $\dots$ .

Поэтому  $f(0) = e^0 = 1$ ,  $f'(0) = 1$ ,  $f''(0) = 1$ ,  $\dots$ ,  $f^{(n)}(0) = 1$ ,  $\dots$ .

Получаем ряд Маклорена для данной функции:

$$1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots$$

Найдём область сходимости этого ряда, применяя признак Даламбера для ряда из абсолютных величин его членов:

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{u_{n+1}}{u_n} = \lim_{n \rightarrow +\infty} \left| \frac{x^{n+1}}{(n+1)!} \right| \cdot \left| \frac{n!}{x^n} \right| = |x| \cdot \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{1}{n+1} = |x| \cdot 0 = 0.$$

Ряд сходится для всех значений  $x$ . В качестве следствия получаем по необходимому признаку сходимости, что  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{x^n}{n!} = 0$ . Составим остаточный

член формулы Маклорена:  $R_n(x) = \frac{x^{n+1}}{(n+1)!} e^{\theta x}$ ,  $0 < \theta < 1$ . При этом

$|R_n(x)| = \frac{|x|^{n+1}}{(n+1)!} e^{|\theta x|} \xrightarrow{n \rightarrow +\infty} 0$ . Выполнено условие теоремы из §32 и имеем

разложение в ряд Маклорена для функции  $f(x) = e^x$ :

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots, \quad x \in (-\infty, +\infty).$$

Аналогично можно получить разложения:

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots + (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots, \quad x \in (-\infty, +\infty);$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots + (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-2}}{(2n-2)!} + \dots, \quad x \in (-\infty, +\infty);$$

$$(1+x)^\alpha = 1 + \frac{\alpha}{1!} x + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2!} x^2 + \dots + \frac{\alpha(\alpha-1)\dots(\alpha-n+1)}{n!} x^n + \dots, \quad x \in (-1, 1).$$

### 11.10. Вычисление определённых интегралов разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена

**Пример.** Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:  $\int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx$ .

**Решение.** В данном задании следует воспользоваться одним из стандартных разложений элементарных функций в ряд Маклорена. Приведём те из них, которые могут потребоваться при выполнении данного задания:

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots, \quad x \in (-\infty, +\infty);$$

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots + (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots, \quad x \in (-\infty, +\infty);$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots + (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-2}}{(2n-2)!} + \dots, \quad x \in (-\infty, +\infty);$$

$$\operatorname{arctg} x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots + (-1)^{n-1} \frac{x^{2n-1}}{2n-1} + \dots, \quad x \in [-1, 1];$$

$$(1+x)^\alpha = 1 + \frac{\alpha}{1!}x + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2!}x^2 + \dots + \frac{\alpha(\alpha-1)\dots(\alpha-n+1)}{n!}x^n + \dots, \quad x \in (-1, 1);$$

$$\frac{1}{\sqrt{1+x}} = 1 - \frac{1 \cdot x}{2 \cdot 1!} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^2}{2^2 \cdot 2!} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^3}{2^3 \cdot 3!} + \dots + (-1)^n \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n-1) \cdot x^n}{2^n \cdot n!} + \dots,$$

$x \in (-1, 1).$

Чтобы вычислить определённый интеграл  $\int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx$  с точностью до 0,001,

воспользуемся стандартным разложением для  $\sin x$ , поделим его почленно на  $x$  и выпишем побольше первых членов этого разложения:

$$\frac{\sin x}{x} = 1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} + \dots$$

Затем проинтегрируем это разложение почленно:

$$\begin{aligned} \int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx &= \int_0^1 \left( 1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} + \dots \right) dx = \left( x - \frac{x^3}{3 \cdot 3!} + \frac{x^5}{5 \cdot 5!} - \frac{x^7}{7 \cdot 7!} + \dots \right) \Big|_0^1 = \\ &= 1 - \frac{1^3}{3 \cdot 3!} + \frac{1^5}{5 \cdot 5!} - \frac{1^7}{7 \cdot 7!} + \dots = 1 - \frac{1}{18} + \frac{1}{600} - \frac{1}{35280} + \dots \end{aligned}$$

При замене суммы сходящегося знакочередующегося ряда с убывающими членами некоторой частичной суммой погрешность не превосходит первого из отброшенных членов – это следствие из теоремы Лейбница о сходимости знакочередующегося ряда. При вычислении суммы ряда с заданной точностью отбрасываем все члены, первый из которых меньше заданной точности. Для нашего ряда сохраняем только три первых члена, т.к.  $\frac{1}{35280} < 0,001$ . При этом в

промежуточных расчётах члены ряда округляем хотя бы до четвёртого знака после запятой, т.е. лучше заданной точности, чтобы не навредить точности вычисления. Окончательный результат округляем до заданной точности. Таким образом,

$$\int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx = 1 - \frac{1}{18} + \frac{1}{600} - \frac{1}{35280} + \dots \approx 1 - 0,0556 + 0,0017 = 0,9461 \approx 0,946.$$

Итак,  $\int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx = 0,946 \pm 0,001.$

### ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЁННЫХ ИНТЕГРАЛОВ РАЗЛОЖЕНИЕМ ПОДЫНТЕГРАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ В РЯД МАКЛОРЕНА»

#### Вариант 1

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_{0,2}^1 \frac{e^{-x} - 1}{x} dx.$$

**Вариант 2**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_{0,1}^{0,3} \frac{\cos x^2}{x} dx.$$

**Вариант 3**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}}.$$

**Вариант 4**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 \sqrt{x} \sin x dx.$$

**Вариант 5**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{xdx}{\sqrt[4]{1+x^4}}.$$

**Вариант 6**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{1-x^9}.$$

**Вариант 7**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{0,5} \frac{\operatorname{arctg} x}{x} dx.$$

**Вариант 8**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 x\sqrt{x} \sin \sqrt{x} dx.$$

#### Вариант 9

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 \sin x^2 dx.$$

#### Вариант 10

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 x^4 e^{-x^3} dx.$$

#### Вариант 11

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{0,2} e^{-x^2} dx.$$

#### Вариант 12

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \sqrt{1+x^3} dx.$$

#### Вариант 13

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 x \cos \sqrt{x} dx.$$

#### Вариант 14

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \sqrt{1+x^3} dx.$$

#### Вариант 15

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{\sqrt{3}}} x^2 \arctg x dx.$$

#### Вариант 16

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 x \cos \sqrt{x} dx.$$

#### Вариант 17

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{4}} e^{-x^2} dx.$$

#### Вариант 18

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{\sqrt[3]{(1+x^3)^2}}.$$

#### Вариант 19

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{x dx}{\sqrt{1+x^3}}.$$

#### Вариант 20

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{4}} x e^{-\sqrt{x}} dx.$$

#### Вариант 21

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \sin(4x^2) dx.$$

#### Вариант 22

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} x^5 \sin x dx.$$

#### Вариант 23

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 \cos x^2 dx.$$

**Вариант 24**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 \frac{e^{-x} - 1}{x} dx.$$

**Вариант 25**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{\sqrt{1+x^4}}.$$

**Вариант 26**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} x \cos \sqrt{2x} dx.$$

**Вариант 27**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{4}} x \ln(1 + \sqrt{x}) dx.$$

**Вариант 28**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{3}} \frac{\sin 3x}{x} dx.$$

**Вариант 29**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 \sqrt{x} e^{-x^2} dx.$$

**Вариант 30**

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 \frac{\sin x}{\sqrt[3]{x}} dx.$$

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 12 «ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ»

### 12.1. Опыты с множеством случайных исходов. Случайные события

Предметом *теории вероятностей* являются теоретические математические модели для опытов со случайными исходами.

*Опыт* – это осуществление некоторого постоянного комплекса условий  $S$ . Предполагается, что однородные опыты можно производить практически большое число раз, а теоретически – неограниченное число раз. Синонимами слова «опыт» являются слова «испытание», «эксперимент».

Теория вероятностей как математическая наука развивалась с середины XVII века. Но её основания были разработаны только в 1933 году российским математиком А.Н. Колмогоровым<sup>1</sup>.

Согласно теории<sup>2</sup> Колмогорова результатом опытов являются:

- 1) простейшие *элементарные случайные события - исходы*;
- 2) более сложные комплексные *случайные события*.

Различные *случайные исходы опыта* обозначим как  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N$  в случае их конечного числа  $N$ . Но при этом допускается бесконечное число исходов, а бесконечное число исходов может быть счётным или несчётным. Множество всех исходов обозначим как  $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N\}$  и назовём *пространством элементарных случайных исходов*. Для исходов предполагается выполнение двух условий:

- 1) Любой исход  $\omega \in \Omega$  может быть результатом любого опыта.
- 2) В результате каждого опыта появляется только один исход  $\omega \in \Omega$ .

*Случайность* предполагает принципиальную невозможность точного предсказания исхода опыта. Эта невозможность связана с природой вещей и не связана с ограниченностью наших знаний. Природа случайности (непредсказуемость и хаотичность) исследована не методами теории вероятностей, но методами теории алгоритмов учениками А.Н. Колмогорова.

Конечное число исходов опыта обозначим как  $|\Omega| = N$ . В случае бесконечного числа исходов обозначение  $|\Omega|$  – это *мощность множества*. Если множество  $\Omega$  счётное, то пишут  $|\Omega| = \aleph_0$  (алеф-нуль), где  $\aleph$  – заглавная буква алеф еврейского алфавита. Если множество  $\Omega$  несчётное и имеет мощность *континуума*, то пишут  $|\Omega| = \aleph_1$  (алеф-один). Числа  $\aleph_0, \aleph_1, \dots$  – это так называемые бесконечные *кардинальные числа*, теорией которых мы здесь заниматься не будем.

**Замечание.** На мой взгляд, кардинальные числа – это лики (значения) бесконечного числа  $+\infty$ . Кардинальные числа обладают всеми свойствами числа  $+\infty$ . Можно ввести обозначение:  $+\infty = [\aleph_0, \aleph_1, \dots]$  для *совокупности* (но не

---

<sup>1</sup> Колмогоров, Андрей Николаевич (1903-1987) – российский советский математик, один из величайших математиков XX века, внёсший большой вклад в различные разделы математики, в развитие математического образования в СССР.

<sup>2</sup> Работа А.Н. Колмогорова «Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitrechnung, in Ergebnisse der Mathematik» была опубликована в 1933 в Берлине на немецком языке, а затем переиздана на русском языке под названием «Основные понятия теории вероятностей».

множества!) ликов числа  $+\infty$ . При этом  $+\infty = \aleph_0$ , либо  $+\infty = \aleph_1, \dots$ , но  $\aleph_i \neq \aleph_j$  при  $i \neq j$ . Знак « $:=$ » означает по смыслу слова «присвоить значение».

*Случайное событие* – это множество случайных исходов, подмножество множества  $\Omega$ . Будем обозначать случайные события начальными большими буквами латинского алфавита  $A, B, C, D, \dots$  с индексами или без индексов. О каждом исходе события будем говорить, что он *благоприятствует наступлению события*. Пусть  $A = \{\omega_{i_1}, \omega_{i_2}, \dots, \omega_{i_M}\}$ . Тогда  $A \subset \Omega$ , а исход  $\omega_{i_1}$  благоприятствует наступлению события  $A$ , число благоприятствующих исходов  $|A| = M$ . Таким образом, результатом каждого опыта является только один исход, но много случайных событий. При этом случайность события проявляется в том, что событие является результатом не каждого опыта. Пространство случайных исходов  $\Omega$  тоже является событием, но таким, которое происходит в каждом опыте, поэтому его ещё называют *достоверным событием*. Введём также *невозможное событие*  $\Theta$ , которое не происходит ни в одном опыте. Невозможное событие представляется пустым множеством:  $\Theta = \emptyset$ .

Для наглядности достоверное событие  $\Omega$  изображают плоской ограниченной фигурой (чаще квадратом или кругом), а случайное событие  $A$  – плоской фигурой внутри первой фигуры. При этом случайные исходы изображают точками или мелкими фигурками либо просто подразумевают их наличие, не изображая их (рис.1). Невозможное событие наглядно – это внешность за границами первой фигуры. Описанный способ изображения событий называют способом диаграмм Эйлера<sup>3</sup> – Венна<sup>4</sup>.

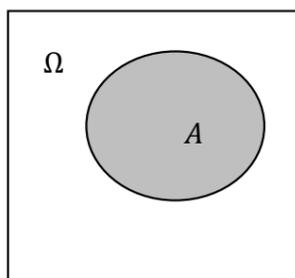


Рис.1. Изображение пространства элементарных исходов  $\Omega$  квадратом, а случайного события  $A$  овалом с заливкой, вместо заливки может использоваться штриховка или выделение границы цветом. Наличие исходов опыта подразумевается без их изображения.

Приведём примеры опытов со случайными исходами и выделим некоторые случайные события для этих опытов.

**Пример 1.** Опыт: монета подбрасывается и падает на горизонтальную поверхность плашмя. Исходы:  $\omega_1 = \Gamma$  – появляется герб на верхней части монеты,  $\omega_2 = \mathbb{C}$  – появляется цифра на верхней части монеты.  $\Omega = \{\omega_1, \omega_2\} = \{\Gamma, \mathbb{C}\}$ . Случайное событие  $A = \{\Gamma\}$  – при бросании монеты появится герб. При этом следует понимать, что  $\{\Gamma\} \neq \Gamma$ . И в дальнейшем событие с одним исходом следует отличать от самого исхода!

**Пример 2.** Опыт: две монеты подбрасываются и падают на горизонтальную поверхность плашмя. Исходы опыта:  $\omega_1 = \Gamma\Gamma, \omega_2 = \Gamma\mathbb{C}, \omega_3 =$

<sup>3</sup> Эйлер, Леонард (1707-1783) – швейцарский, немецкий и российский математик и механик, внёсший фундаментальный вклад в развитие этих наук.

<sup>4</sup> Венн, Джон (1834-1923) – английский логик и философ.

ЦГ,  $\omega_4 = \text{ЦЦ}$ . Случайное событие  $A = \{\text{ГГ}, \text{ГЦ}, \text{ЦГ}\}$  – герб выпадет хотя бы на одной монете

**Пример 3.** Опыт: На горизонтальную поверхность бросается игральная кость (кубик с лунками на гранях от 1 до 6). Исходы:  $\omega_i$  ( $i = \overline{1,6}$ ) – появление верхней грани с соответствующим числом лунок (очков). Случайное событие  $A = \{\omega_2, \omega_4, \omega_6\}$  – появление чётного числа очков.  $|\Omega| = 6, |A| = 3$ .

**Пример 4.** Опыт: наблюдение за числом вызовов на телефонной станции в течении 30 минут.  $\Omega = \{0, 1, 2, \dots\}$ , число исходов бесконечное счётное, при этом  $|\Omega| = \aleph_0 = +\infty$ . Случайное событие  $A = \{0, 1, 2, 3\}$  – в течении 30 минут поступило не более трёх вызовов,  $B = \{4, 5, 6, \dots\}$  – в течении 30 минут поступило более трёх вызовов,  $|B| = \aleph_0 = +\infty$ .

**Пример 5.** Опыт: бросание и попадание дротика в круглую мишень радиуса  $R$ . Множество исходов  $\Omega = \{(x, y) | x^2 + y^2 < R^2\}$  бесконечно и несчётно, т.е.  $|\Omega| = \aleph_1 = +\infty$ . Случайное событие  $A = \{(x, y) | x^2 + y^2 < R^2/4\}$  – попадание в центральную часть мишени радиуса  $R/2$ , при этом  $|A| = \aleph_1 = +\infty$ .

## 12.2. Действия над случайными событиями. Алгебра событий

Пусть  $\Omega$  – множество случайных исходов некоторого опыта,  $A, B, C, D, \dots$  – случайные события данного опыта – подмножества множества  $\Omega$ . Над событиями можно производить операции как над множествами с образованием новых событий. Введём три операции над событиями.

*Суммой* событий  $A$  и  $B$  называют новое событие, которое обозначают как  $A + B$  и которое состоит в наступлении хотя бы одного из событий  $A$  или  $B$ . Сумма  $A + B$  соответствует объединению множеств  $A \cup B$  (рис.1а).

*Произведением* событий  $A$  и  $B$  называют новое событие, которое обозначают как  $A \cdot B$  или просто  $AB$  и которое состоит в наступлении как  $A$ , так и  $B$ . Произведение  $AB$  соответствует пересечению множеств  $A \cap B$  (рис.1б).

*Противоположным* для события  $A$  называют новое событие, которое обозначают как  $\bar{A}$  и которое состоит в не наступлении события  $A$ . Противоположному событию соответствует дополнение множества  $A$  до множества  $\Omega$  (рис.1в).

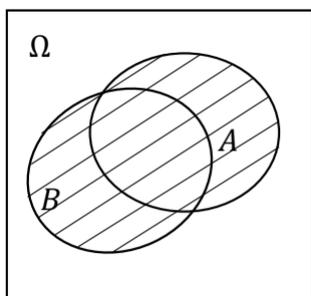


Рис.1а. Сумма событий  $A + B$  заштрихована.

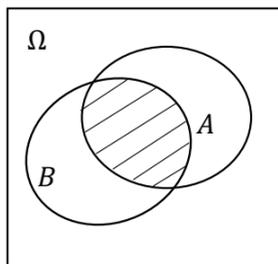


Рис.1б. Произведение событий  $A \cdot B$  выделено штриховкой.

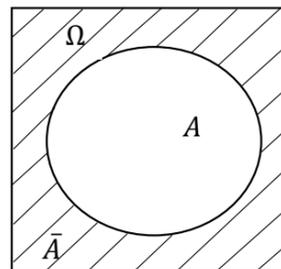


Рис.1в. Противоположное событие  $\bar{A}$  выделено штриховкой.

Пусть  $G$  – множество всех таких подмножеств множества  $\Omega$ , для которого выполнено условие, что если  $A, B \in G$ , то  $A + B, AB, \bar{A} \in G$ . Тогда система из множества  $G$  и множества операций  $\Phi = \{+, \cdot, \bar{\phantom{x}}\}$  называется *алгеброй событий*.

Множество  $G$  для бесконечного множества исходов  $\Omega$  не обязательно есть множество всех подмножеств, а множество тех подмножеств, которые имеют одинаковую ненулевую меру, например, длину, площадь или объём.

Если множество  $\Omega$  конечно, то множество  $G$  – это множество всех подмножеств. В комбинаторике доказывается, что  $|G| = 2^{|\Omega|}$ , включая множества  $\Omega$  и  $\Theta$ . Для примера 1 из предыдущего параграфа  $|G| = 2^{|\Omega|} = 2^2 = 4$ , то есть подробно  $G = \{\Omega, \{\omega_1\}, \{\omega_2\}, \Theta\}$ . Множество событий, связанных с бросанием игральной кости в примере 3 предыдущего параграфа, составляет  $|G| = 2^{|\Omega|} = 2^6 = 64$ .

**Замечание.** В теории множеств доказывается, что множество всех счётных множеств имеет мощность континуума, что выражается формулой  $\aleph_1 = 2^{\aleph_0}$ .

Алгебра событий подчиняется законам, которые чем-то похожи на законы алгебры чисел, а во многом существенно отличаются от них. Алгебра событий названа *булевой алгеброй* в честь логика Джорджа Буля<sup>5</sup>. Выпишем без доказательства основные законы (свойства) для булевой алгебры событий.

- 1) Переместительные свойства:  $A + B = B + A, AB = BA$ .
- 2) Сочетательные свойства:  $(A + B) + C = A + (B + C), (AB)C = A(BC)$ .
- 3) Распределительные свойства:  $(A + B)C = AC + BC, A + BC = (A + B)(A + C)$ .
- 4) Свойства идемпотентности:  $A + A = A, AA = A$ .
- 5) Свойство дважды противоположного события:  $\bar{\bar{A}} = A$ .
- 6) Равенства де Моргана<sup>6</sup>:  $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}, \overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$ .
- 7) Свойства действий события  $A$  с достоверным и невозможным событиями:  $A + \Theta = A, A \Theta = \Theta, A + \Omega = \Omega, A\Omega = A$ .
- 8) Взаимная противоположность достоверного и невозможного событий:  $\bar{\Omega} = \Theta, \bar{\Theta} = \Omega$ .
- 9) Свойства действий над событиями  $A$  и  $\bar{A}$ :  $A + \bar{A} = \Omega, A\bar{A} = \Theta$ .
- 10) Свойства склеивания события  $A$ :  $AB + A\bar{B} = A, (A + B)(A + \bar{B}) = A$ .

Введём важные для дальнейшего понятие через определения.

События  $A$  и  $B$  называются *несовместными*, если они не могут произойти вместе ни в одном опыте, т.е.  $AB = \Theta$ .

События  $A_1, A_2, \dots, A_n$  образуют *полную группу событий*, если в результате любого опыта обязательно произойдёт какое-нибудь из них, что выражается формулой  $A_1 + A_2 + \dots + A_n = \Omega$ .

В дальнейшем в теории будет применяться полная группа попарно несовместных событий  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , такая, что 1)  $A_1 + A_2 + \dots + A_n = \Omega$  и 2)

<sup>5</sup> Буль, Джордж (1815-1864) – английский математик и логик, создатель логического исчисления, названного булевой алгеброй.

<sup>6</sup> Морган, Огастес де (1806-1871) – шотландский математик и логик, последователь Дж. Буля.

$(\forall i)(\forall j)(i \neq j \rightarrow A_i A_j = \emptyset)$ . При этом на диаграмме Эйлера – Венна область  $\Omega$  разбивается на непересекающиеся но соприкасающиеся части  $A_1, A_2, \dots, A_n$ .

Пользуясь операциями над событиями, мы можем выражать новые события через некоторые исходные события, а также одно и то же событие представлять разными формулами, пользуясь свойствами операций над событиями.

**Пример 1.** Пусть в билете для получения зачёта содержится три вопроса. Исходными являются следующие события:  $A_1$  – студент знает ответ на первый вопрос билета,  $A_2$  – студент знает ответ на второй вопрос билета,  $A_3$  – студент знает ответ на третий вопрос билета.

Выразите через  $A_1, A_2, A_3$  следующие события:

$B$  – студент знает ответы на все вопросы билета;

$C$  – студент знает ответы хотя бы на один вопрос билета;

$D$  – студент не знает ответы ни на один вопрос билета;

$E$  – студент знает ответы только на два вопроса билета;

$F$  – студент знает ответ на первый вопрос билета, либо он не знает ответ на первый вопрос билета, но знает ответ на второй вопрос билета, либо он не знает ответы на первый и второй вопросы билета, но знает ответ на третий вопрос билета.

Докажите, что  $\bar{D} = C$ .

**Решение.**  $B = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3$ ;

$C = A_1 + A_2 + A_3$ ;

$D = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3$ ;

$E = A_1 \cdot A_2 \cdot \bar{A}_3 + A_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot A_3 + \bar{A}_1 \cdot A_2 \cdot A_3$ ;

$F = A_1 + \bar{A}_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot A_3$ .

Докажем, что  $\bar{D} = C$ , применяя законы де Моргана и закон двойного отрицания:  $\bar{D} = \overline{\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3} = \bar{\bar{A}_1} + \bar{\bar{A}_2} + \bar{\bar{A}_3} = A_1 + A_2 + A_3 = C$ . Доказано.

**Пример 2.** Докажите равенство  $A_1 + \bar{A}_1 \cdot A_2 = A_1 + A_2$ .

**Доказательство.** Распишем  $A_1$  по первому свойству склеивания, применим сочетательный закон и свойство идемпотентности для слагаемого  $A_1 \cdot A_2$ :

$$A_1 + \bar{A}_1 \cdot A_2 = (A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2) + \bar{A}_1 \cdot A_2 = A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot A_2 =$$

$$= A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot A_2 = A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2 + A_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot A_2 =$$

(применим сочетательный закон для суммы и распределительный закон для каждого слагаемого)

$$= (A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2) + (A_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot A_2) =$$

$$= A_1(\bar{A}_2 + A_2) + (A_1 + \bar{A}_1)A_2 =$$

(применим закон сложения противоположных событий и закон умножения на достоверное событие)

$$= A_1\Omega + \Omega A_2 = A_1 + A_2.$$

Равенство доказано.

**Пример 3.** Стрелок имеет три патрона и последовательно производит выстрелы до первого попадания в мишень или до полного израсходования

патронов. Пусть событие  $A_i$  – попадание в мишень при  $i$ -м выстреле,  $i = 1, 2, 3$ . Выразите через  $A_i$  событие  $B$  – стрелок израсходует все патроны.

**Решение.**  $B = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3 + \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot A_3$ .

Докажите, что полученное решение можно упростить:  $B = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2$ .

### 12.3. Вероятность как функция с числовыми значениями на отрезке $[0; 1]$ , определённая на множестве событий опыта. Классическое и геометрическое определение вероятности.

#### Формулы комбинаторики

Одни случайные события в опытах происходят редко, другие – часто, третьи – ни редко, ни часто. Например, редким является выигрыш в лотерею, частым – успешная сдача экзамена студентами, которые регулярно занимались в семестре. Для характеристики возможности наступления случайного события составляется числовая мера этой возможности – функция «вероятность», определённая на событиях данного опыта и имеющая числовые значения на отрезке  $[0; 1]$ . Эту функцию обозначают буквой « $P$ » латинского алфавита, взятой от латинского слова «probabilitas», что и означает «вероятность». Пусть  $G$  – алгебра событий для множества исходов  $\Omega$  некоторого опыта. Пусть  $A \in G$ ,  $A$  – аргумент функции. Тогда значение функции  $P(A) \in [0; 1]$ . Итак, имеем область определения функции  $D(P) = G$  и область значений функции  $E(P) = [0; 1]$ . Потребуем, чтобы выполнялись равенства  $P(\Omega) = 1, P(\emptyset) = 0$ , а для прочих событий выполнялось бы неравенство  $0 < P(A) < 1$ . Но для задания функции этого всего недостаточно. Требуется задать алгоритм, по которому каждому событию данной алгебры точно вычисляется значение функции.

Первый простой алгоритм был предложен основателями<sup>7</sup> теории вероятностей в середине XVII века, для которого утвердилось название *классическое определение вероятности*. В уже введённых выше обозначениях формула алгоритма, выраженного аналитической формулой, имеет вид

$$P(A) = \frac{|A|}{|\Omega|} \quad (1)$$

и при этом предполагается, что число исходов конечно, а все исходы равно возможны для появления в результатах опыта. Словесно классическое определение вероятности формулируется так:

*Вероятность наступления случайного события равна отношению числа исходов опыта, благоприятствующих наступлению данного события, к числу всех равновозможных исходов опыта.*

Формула (1) не универсальна и имеет 2 условия для применения: 1) число исходов опыта конечно; 2) исходы равно возможны.

Практические основания применения формулы (1) мы обсудим в следующем параграфе.

Найдём вероятности некоторых событий из примеров в 12.1.

<sup>7</sup> Основателями теории вероятностей считаются: Паскаль, Блез (1623-1662) – французский математик, механик, физик и философ; Ферма, Пьер (1601-1665) – французский математик; Гюйгенс, Христиан (1629-1695) – голландский механик, физик и математик.

Для примера 1. Вероятность выпадения герба при бросании монеты:

$$P(\{\Gamma\}) = \frac{1}{2} = 0,5.$$

Для примера 2. Вероятность выпадения хотя бы одного герба при бросании двух монет:  $P(\{\Gamma\Gamma, \Gamma\Omega, \Omega\Gamma\}) = \frac{3}{4} = 0,75$ .

Для примера 3. Вероятность выпадения чётного числа очков при бросании игральной кости:  $P(A) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} = 0,5$ .

Для примеров 4 и 5 формула (1) не применима, при этом возникает неопределённость  $P(A) = \frac{|A|}{|\Omega|} = \frac{+\infty}{+\infty}$ .

Чтобы решать более сложные задачи, требуется знание хотя бы некоторых формул комбинаторики – раздела математики для подсчёта числа *кортежей* определённого вида, составленных из конечного множества элементов. Синонимами слова «кортеж» являются слова «конечная последовательность», «вектор», «слово», «упорядоченная  $n$ -ка (энка)». Рассмотрим некоторые формулы.

1) *Число перестановок из  $n$  элементов*. Возьмём множество  $M = \{a, b, v\}$  и составим всевозможные кортежи (слова) из элементов этого множества: абв, авб, бав, бва, ваб, вба. Такие кортежи называются перестановками из  $n$  элементов без повторений. Число всех перестановок из  $n$  элементов без повторений находится по формуле:

$$P_n = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot (n-1) \cdot n = n!$$

В частности,  $P_3 = 3! = 1 \cdot 2 \cdot 3 = 6$ , что и было предьявлено выше.

2) *Число размещений из  $n$  элементов по  $k$* . Из элементов множества  $M = \{a, b, v\}$  составим всевозможные кортежи (слова) из двух букв: аб, ба, ав, ва, бв, вб. Такие кортежи называются размещениями из  $n$  элементов по  $k$  без повторений. Их число находят по формуле и её вариациям:

$$A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!} = n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1), \quad A_n^k = \frac{P_n}{(n-k)!}$$

В частности,  $A_n^n = P_n$ , поэтому полагают с учётом последней формулы в предыдущей строке, что  $0! = 1$ .

Для приведённого примера размещений из 3 элементов по 2 получаем требуемое число:  $A_3^2 = \frac{3!}{(3-2)!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3}{1} = 6$ .

3) *Число сочетаний из  $n$  элементов по  $k$* . Из элементов множества  $M = \{a, b, v\}$  составим всевозможные кортежи (слова) из двух букв, пренебрегая порядком их следования за счёт исходного порядка записи элементов множества: аб, ав, бв. Такие кортежи называются сочетаниями из  $n$  элементов по  $k$  без повторений. Их число находят по формуле:

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!} = \frac{n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1)}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot (k-1) \cdot k}, \quad C_n^k = \frac{A_n^k}{k!}$$

Для приведённого примера сочетаний из 3 элементов по 2 получаем требуемое число:  $C_3^2 = \frac{3!}{2!(3-2)!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3}{1 \cdot 2 \cdot 1} = 3$ .

4) Число перестановок из  $n$  элементов с повторениями состава  $(k_1, k_2, \dots, k_n)$ , при этом  $k_1 + k_2 + \dots + k_n = k, k > n$ . Их число находят по формуле:  $P_k(k_1, k_2, \dots, k_n) = \frac{k!}{k_1!k_2!\dots k_n!}$ . Например,  $P_4(1,2,1) = \frac{4!}{1!2!1!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1} = 12$ .

Предъявим эти 12 кортежей для множества элементов  $M = \{a, б, в\}$ :  
аббв, абвб, авбб, вбба, вбаб, вабб, ббав, ббва, бваб, бавб, бвба, бабв.

5) Число размещений из  $n$  элементов по  $k$  с повторениями находят по формуле:  $\tilde{A}_n^k = n^k$ . Например,  $\tilde{A}_3^2 = 3^2 = 9$ . Предъявим эти 9 кортежей для множества элементов  $M = \{a, б, в\}$ : аа, аб, ав, бб, ба, бв, вв, ва, вб.

6) Число сочетаний из  $n$  элементов по  $k$  с повторениями находят по формуле:  $\tilde{C}_n^k = \frac{(k+n-1)!}{k!(n-1)!}$ . Например,  $\tilde{C}_3^2 = \frac{(2+3-1)!}{2!(3-1)!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2} = 6$ . Предъявим эти 6 кортежей для множества элементов  $M = \{a, б, в\}$ : аа, аб, ав, бб, бв, вв.

**Пример.** В коробке находится 8 одинаковых по виду карандашей – 5 мягких и 3 твёрдых. Наудачу из коробки вынимают 2 карандаша. Найти вероятность событий:  $A$  – оба карандаша окажутся мягкими,  $B$  – один карандаш окажется мягким и один твёрдым.

**Решение.** Выемка двух карандашей из восьми может быть рассмотрена как сочетание из 8 по 2 без повторений. Общее число исходов  $N = C_8^2$ . Благоприятными для события  $A$  будут выемки из 5 мягких карандашей по 2. Их

число равно  $M = C_5^2$ . Получаем по формуле (1), что  $P(A) = \frac{M}{N} = \frac{C_5^2}{C_8^2} = \frac{5!}{2!3!} = \frac{4 \cdot 5}{7 \cdot 8} = \frac{5}{14}$ .

Для вероятности события  $B$  сохранится знаменатель, а изменится числитель. Числитель окажется равен по принципу умножения возможностей числу  $M = 5 \cdot 3 = 15$ . Тогда  $P(B) = \frac{M}{N} = \frac{5 \cdot 3}{C_8^2} = \frac{5 \cdot 3}{\frac{8!}{2!6!}} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2}{7 \cdot 8} = \frac{15}{28}$ .

**Ответ:**  $P(A) = \frac{5}{14} = \frac{10}{28}, P(B) = \frac{15}{28}$ .

Как отмечалось выше, формула (1) даёт неопределённость вида  $\frac{+\infty}{+\infty}$  в случае бесконечного числа исходов опыта и бесконечного числа благоприятствующих событию исходов. Однако можно предложить такой алгоритм вычисления вероятности, в котором используется конечная мера множества исходов вместо числа исходов. Если множество  $\Omega$  можно изобразить как область на плоскости, а событие  $A$  – как подобласть, то в качестве меры числа исходов (точек) можно взять площади соответствующих областей. В этом случае получаем *геометрическое определение вероятности* события по формуле, которая аналогична формуле (1):

$$P(A) = \frac{S(A)}{S(\Omega)}, \quad (2)$$

где  $S$  – мера площади. В формуле (2) сохраняется принцип равной возможности наступления исходов: Вероятность события зависит только от площади области события  $A$  и не зависит от формы области и её места положения в области  $\Omega$ .

Другой мерой области на линии является длина  $L$ . При соблюдении принципа равной возможности наступления исходов имеем формулу

$$P(A) = \frac{L(A)}{L(\Omega)}. \quad (3)$$

Наконец, для объёмных областей используем меру объёма  $V$  области при соблюдении принципа равной возможности наступления исходов:

$$P(A) = \frac{V(A)}{V(\Omega)}. \quad (4)$$

Вероятность события  $A$  из примера 5 параграфа 12.1 по формуле (2) такова:

$$P(A) = \frac{S(A)}{S(\Omega)} = \frac{\pi R^2/4}{\pi R^2} = \frac{1}{4} = 0,25.$$

**Пример** (задача Бюффона<sup>8</sup> о бросании иглы). Горизонтальная плоскость разграфлена параллельными прямыми линиями с расстоянием  $l$  между соседними линиями. На плоскость наудачу бросается игла длиной  $l$ . Найти вероятность того, что игла пересечёт одну из линий.

**Решение.** Положение иглы на плоскости охарактеризуем координатами  $(x, y)$ , где  $y$  – расстояние от ушка иглы до ближайшей прямой, которую игла пересечёт или на которую указывает остриё иглы,  $x$  – угол поворота острия иглы по часовой стрелке относительно этой прямой (рис. 1).

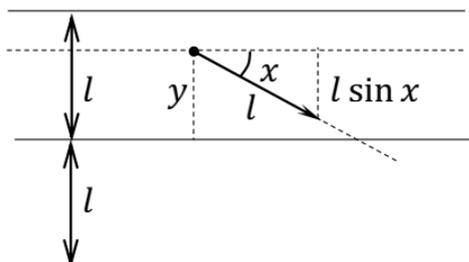


Рис. 1. К задаче Бюффона о бросании иглы. Игла изображена отрезком, её остриё стрелкой, а ушко жирной точкой.

Множество исходов опыта задаётся неравенствами в системе координат  $(x, y)$ :  $\Omega = \{(x, y) | 0 \leq x \leq \pi, 0 \leq y \leq l\}$ .

Пересечение иглы произойдёт, если  $0 \leq y \leq l \sin x$ . Событие  $A$ , которое описывает пересечение иглы и прямой линии, задаётся так:

$$A = \{(x, y) | 0 \leq x \leq \pi, 0 \leq y \leq l \sin x\}.$$

Изобразим области  $\Omega$  и  $A$  в системе координат  $Oxy$  на плоскости (рис. 2.). Мерой множества исходов является площадь, при этом площадь прямоугольника  $S(\Omega) = \pi l$ . Для нахождения площади области  $A$  применим интеграл:

$$S(A) = \int_0^\pi l \sin x \, dx = -l \cos x \Big|_0^\pi = 2l.$$

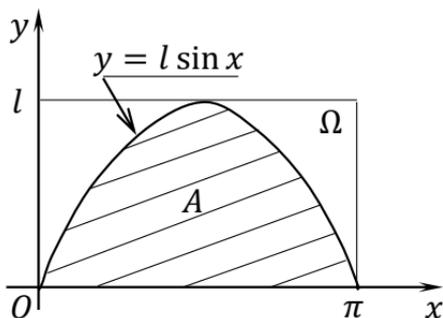


Рис. 2. К вычислению площадей области  $\Omega$  и области  $A$ .

<sup>8</sup> Бюффон, Жорж-Луи Леклерк де 1707-1788 – французский натуралист, биолог, математик, естествоиспытатель, писатель. Задача о бросании иглы была сформулирована Бюффоном в 1777 году.

Вероятность пересечения иглою прямой линии находим по формуле (2):

$$P(A) = \frac{S(A)}{S(\Omega)} = \frac{2l}{\pi l} = \frac{2}{\pi}. \quad (5)$$

**Замечание.** Если длина иглы равна  $l_0$  и  $l_0 < l$ , то несложно получить, что  $P(A) = \frac{2l_0}{\pi l}$ . Равная возможность исходов опыта базируется на гипотезе о том, что нет более предпочтительных положений иглы при её бросании на плоскость, разграфлённую параллельными линиями с равными расстояниями между соседними линиями.

Функция «вероятность» в её представлении классическим определением (1) и геометрическими представлениями (2)-(4) обладает следующими свойствами: 1)  $P(A) \geq 0$ . 2)  $P(A) \leq 1$ . 3)  $P(\Omega) = 1$ . 4)  $P(\emptyset) = 0$ . 5)  $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ . 6) Если события  $A$  и  $B$  несовместны, то  $P(A + B) = P(A) + P(B)$ .

## 12.4. Относительная частота случайного события.

### Аксиомы функции вероятности

Математическая теория проверяется математической практикой, должна ей соответствовать и развивается далее с учётом этого соответствия. Наступление случайного события  $A$  можно наблюдать в сериях опытов. Результат наблюдений выражается количественно с помощью отношения числа  $m$  наступлений события  $A$  к числу  $n$  проведённых опытов. Это отношение называется *относительной частотой* события  $A$ , обозначается как  $W(A)$  и вычисляется по формуле:

$$W(A) = \frac{m}{n}. \quad (1)$$

Относительная частота случайного события  $A$  не постоянна, но изменяется от одной серии опытов к другой серии опытов. Однако из математической практики было обнаружено *свойство устойчивости* относительной частоты:

*Относительная частота случайного события  $A$  колеблется около вероятности этого события в различных сериях опытов, а при большом числе испытаний значительные отклонения относительной частоты от вероятности события становятся маловероятными:*

$$W(A) \approx P(A). \quad (2)$$

Точный вероятностный смысл приближённого равенства (2) будет выяснен в §108. Формула (2) служит для количественной оценки вероятности  $P(A)$  из наблюдений, если не известен алгоритм вычисления  $P(A)$ .

Приведём результаты проверки формулы (2) в сериях опытов.

Вероятность выпадения герба при бросании монеты  $P(A) = 0,5$ .

Можно самостоятельно провести несколько серий опытов с монетой и убедиться в справедливости формулы (2). Например, автор этих лекций провёл 10 серий опытов по 10 бросаний в каждой серии. Результаты даны в таблице 1.

Таблица 1 – 10 серий из 10 опытов по подбрасыванию монеты.

№ серии	№ опыта в каждой серии и исходы опытов										$W(A)$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Г	Г	Ц	Г	Г	Г	Г	Г	Ц	Ц	0,7
2	Г	Ц	Ц	Ц	Г	Ц	Ц	Г	Ц	Ц	0,3
3	Г	Ц	Г	Г	Г	Г	Г	Ц	Г	Ц	0,7
4	Ц	Ц	Г	Ц	Ц	Ц	Ц	Г	Г	Ц	0,3
5	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Г	Г	Г	Ц	Г	0,4
6	Ц	Ц	Ц	Г	Ц	Г	Ц	Г	Ц	Ц	0,3
7	Ц	Ц	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Ц	0,7
8	Ц	Ц	Г	Г	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Г	0,3
9	Ц	Г	Ц	Ц	Ц	Ц	Г	Ц	Ц	Г	0,3
10	Ц	Ц	Г	Г	Ц	Ц	Г	Ц	Г	Ц	0,4

Из таблицы 1 заметно колебания значений относительной частоты  $W(A)$  около вероятности  $P(A) = 0,5$ . Средняя относительная частота оказалась равна 0,44.

Бюффон для изучения выигрыша в так называемой «петербургской игре» провёл серии опытов<sup>9</sup>, в которых он целенаправленно добился появления герба  $2048=2^{11}$  раз, при этом пришлось сделать общее число бросков монеты 4040 (монету подбрасывал мальчик-слуга). Усреднённая относительная частота оказалась равна 0,5069 – это побочный и не главный результат серии опытов.

Из формулы (5) предыдущего параграфа и формул (1) и (2) текущего параграфа получаем равенство  $\frac{2}{\pi} \approx \frac{m}{n}$  для опытов пересечения иглой линии при бросании иглы на плоскость, разграфлённую параллельными линиями с равными расстояниями между соседними линиями, которые равны длине иглы. Отсюда получаем приближённую оценку числа  $\pi$  из опытов по бросанию иглы:

$$\pi \approx \frac{2n}{m}. \quad (3)$$

Автор лекции провёл такой опыт  $n = 30$  раз, игла длиной 38 мм пересекала какую-либо линию  $m = 20$  раз. Получена приближённая оценка числа  $\pi$  по формуле (3):  $\pi \approx \frac{2 \cdot 30}{20} = 3$ . Для получения более точной оценки числа  $\pi$  число опытов следует значительно увеличить, при этом известно, что  $\pi = 3,141592654 \dots$

Из формулы (1) можно получить следующие свойства относительной частоты: 1)  $W(A) \geq 0$ ; 2)  $W(A) \leq 1$ ; 3)  $W(\Omega) = 1$ ; 4)  $W(\emptyset) = 0$ ; 5)  $W(\bar{A}) = 1 - W(A)$ . 6) Если события  $A$  и  $B$  несовместны, то  $W(A + B) = W(A) + W(B)$ . Такими же свойствами обладает функция «вероятность» при её классическом или геометрическом определении, о чём говорилось в конце предыдущего параграфа.

Исходя из свойства устойчивости относительной частоты (2), полагаем, что функция «вероятность» при любом алгоритме вычисления её значений

<sup>9</sup> Критический анализ литературных данных об опытах с подбрасыванием монеты дан профессором Г.И. Фалиным: Фалин Г.И. История опытов с бросанием монеты. Часть 1. Опыт де Бюффона. Математика в школе, 2014, №9, стр.55-60. Эту статью и следующие части можно найти на сайте: <http://mech.math.msu.su/~falin/> в разделе «Математика для школьников» с переходом на «Мои статьи».

должна обладать свойствами: 1)  $P(A) \geq 0$ . 2)  $P(A) \leq 1$ . 3)  $P(\Omega) = 1$ . 4)  $P(\emptyset) = 0$ . 5)  $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ . 6) Если события  $A$  и  $B$  несовместны, то  $P(A + B) = P(A) + P(B)$ .

Оказалось, что 6 свойств вероятности являются взаимно зависимыми, что можно выделить в качестве аксиом три основные свойства функции «вероятность», а остальные три вывести из них. Такие три свойства были выделены А.Н. Колмогоровым в уже упомянутой статье «Основные понятия теории вероятностей».

Пусть имеется множество исходов  $\Omega$  некоторого опыта и построена алгебра событий  $G$  для этого опыта. Вероятностью назовём функцию  $P$ , определённую на алгебре событий  $G$ , которая обладает тремя основными свойствами, которые считаются аксиомами.

**Аксиома 1:**  $(\forall A \in G)(P(A) \geq 0)$ .

**Аксиома 2:**  $P(\Omega) = 1$ .

**Аксиома 3:**  $(\forall A, B \in G)(AB = \emptyset \rightarrow P(A + B) = P(A) + P(B))$ .

Получим следствия из этих аксиом, считая верным принцип математической индукции.

**Следствие 1.** Если события  $A_1, A_2, \dots, A_n \in G$  и попарно несовместны, т.е.  $(\forall i)(\forall j)(i \neq j \rightarrow A_i A_j = \emptyset)$ , то аксиома 3 обобщается:

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n). \quad (4)$$

**Доказательство.** Заметим, что сумма из одного слагаемого есть само это слагаемое. Поэтому при  $n = 1$  формула (4) выполнена:  $P(A_1) = P(A_1)$ . Пусть формула выполнена для  $n = k$  слагаемых:  $P(A_1 + A_2 + \dots + A_k) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_k)$ . Докажем, что она выполнена для  $n = k + 1$  слагаемых, опираясь на свойства действий над событиями, аксиому 3, учитывая несовместность событий  $(A_1 + A_2 + \dots + A_k)$  и  $A_{k+1}$ , истинность предположение при  $n = k$ :

$$\begin{aligned} P(A_1 + A_2 + \dots + A_k + A_{k+1}) &= P((A_1 + A_2 + \dots + A_k) + A_{k+1}) = \\ &= P(A_1 + A_2 + \dots + A_k) + P(A_{k+1}) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_k) + P(A_{k+1}). \end{aligned}$$

Таким образом, формула (4) имеет место для любого натурального  $n$ .

**Следствие 2.** Сумма вероятностей событий  $A_1, A_2, \dots, A_n \in G$ , которые попарно несовместны и образуют полную группу событий, т.е.  $A_1 + A_2 + \dots + A_n = \Omega$ , равна 1:  $P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) = 1$ .

**Доказательство.** Здесь будем опираться на симметрию равенства (4) для попарно несовместных событий и аксиому 2:

$$P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) = P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(\Omega) = 1.$$

**Следствие 3.**  $(\forall A \in G)(P(\bar{A}) = 1 - P(A))$ . Обоснование свойства 5.

**Доказательство.** События  $A, \bar{A}$  несовместны и образуют полную группу событий, т.е.  $A + \bar{A} = \Omega$ . По следствию 2 имеем формулу

$$P(A) + P(\bar{A}) = 1, \quad (5)$$

из которой получаем требуемое:  $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ .

**Следствие 4.**  $(\forall A \in G)(P(A) \leq 1)$ . Обоснование свойства 2.

**Доказательство.** Воспользуемся формулой (5) и аксиомой 1 в форме  $P(\bar{A}) \geq 0$ :  $P(A) = 1 - P(\bar{A}) \leq 1$ . Доказано.

**Следствие 5.**  $P(\Theta) = 0$ . Обоснование свойства 4.

**Доказательство.** События  $\Omega$  и  $\Theta$  противоположны. По следствию 3 и аксиоме 2 получаем:  $P(\Theta) = P(\bar{\Omega}) = 1 - P(\Omega) = 1 - 1 = 0$ . Доказано.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «КЛАССИЧЕСКОЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ

### Вариант №1

**Задание 1.** Расписание одного дня состоит из 4 пар. Определить число вариантов расписания при выборе из 6 дисциплин. Студент предположил, что в этот день будут, в том числе, две определённых дисциплины. С какой вероятностью выполнится это предположение?

**Задание 2.** Катя и Света договорились встретиться в определённом месте, договорившись только о том, что каждая является туда в любой момент времени между 11 и 12 часами и ждёт в течение 30 мин. Если одна из девушек к этому времени ещё не пришла или уже успела покинуть установленное место, встреча не состоится. Найти вероятность того, что встреча состоится.

### Вариант №2

**Задание 1.** Деревянный кубик с окрашенными гранями распиливается на 125 равных кубиков, из которых затем выбирается один. Какова вероятность того, что он будет содержать: а) ровно одну окрашенную грань; б) хотя бы одну окрашенную грань; в) хотя бы одну неокрашенную грань?

**Задание 2.** Стержень единичной длины произвольным образом разламывается на три части  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Найти вероятность того, что из этих частей можно составить треугольник. *Указание:*  $z=1-x-y$ .

### Вариант №3

**Задание 1.** Порядок выступления 7 участников конкурса определяется жребием. Сколько различных вариантов жеребьёвки при этом возможно? Найти вероятность того, что самый старший участник конкурса будет выступать: а) первым; б) вторым?

**Задание 2.** Сергей и Виталий договорились встретиться в определённом месте. Каждый является туда в любой момент времени между 13 ч. и 13 ч. 30 мин. и ждёт в течение 15 мин. Если один из молодых людей к этому времени ещё не пришёл или уже успел покинуть установленное место, встреча не состоится. Найти вероятность того, что встреча состоится.

### Вариант №4

**Задание 1.** Буквы  $T$ ,  $E$ ,  $I$ ,  $J$ ,  $P$ ,  $O$  написаны на отдельных карточках. Ребёнок берёт карточки в случайном порядке и прикладывает одну к другой 3 карточки. Какова вероятность появления слова "TOP"?

**Задание 2.** Два студента договорились встретиться в определённом месте, договорившись только о том, что каждый является туда в любой момент времени между 13 и 14 часами. Студент, пришедший первым, ждёт второго в течение 15 минут, после чего уходит. Найти вероятность того, что встреча состоится, если каждый студент наудачу выбирает момент своего прихода (в промежутке от 13 до 14 часов).

### Вариант №5

**Задание 1.** Найти вероятность того, что получится слово "АНАНАС", если на отдельных карточках написаны три буквы  $A$ , две буквы  $N$  и одна буква  $S$  и карточки располагаются в ряд после выбора наудачу.

**Задание 2.** На плоскости даны две концентрические окружности радиусов  $R_1=20$  см,  $R_2=10$  см. Найти вероятность того, что точка, брошенная наудачу в большой круг, попадает в кольцо, образованное этими двумя окружностями.

### Вариант №6

**Задание 1.** Из 30 студентов 10 имеют спортивные разряды. Какова вероятность того, что выбранные наудачу 3 студента – разрядники?

**Задание 2.** Двое договорились о встрече с 9 до 10 часов. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка времени и ждёт другого не более 15 минут. Найти вероятность того, что первый опоздал.

### Вариант №7

**Задание 1.** В лифт на первом этаже девятиэтажного дома вошли 4 человека, каждый из которых может выйти независимо друг от друга на любом этаже с 2-го по 9-й. Какова вероятность, что все пассажиры выйдут на 6-ом этаже?

**Задание 2.** Двое договорились о встрече с 9 до 10 часов. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка времени и ждёт другого не более 15 минут. Найти вероятность того, что один опоздал.

### Вариант №8

**Задание 1.** По условиям лотереи "Спортлото 6 из 45" участник лотереи, угадавший 4,5,6 видов спорта из отобранных при случайном розыгрыше 6 видов спорта из 45, получает денежный приз. Найти вероятность того, что будут угаданы все 6 цифр. Найти вероятность того, что участник получит денежный приз.

**Задание 2.** Иван и Пётр договорились о встрече в определённом месте между 11 и 12 часами дня. Каждый приходит в случайный момент указанного промежутка и ждёт появления другого до истечения часа, но не более 5 минут, после чего уходит. Найти вероятность того, что встреча состоится.

### Вариант №9

**Задание 1.** В лифт на первом этаже девятиэтажного дома вошли 4 человека, каждый из которых может выйти независимо друг от друга на любом этаже с 2-го по 9-й. Какова вероятность, что все пассажиры выйдут на разных этажах?

**Задание 2.** Он и она договорились о встрече с 18 до 19 часов. Найти вероятность того, что встреча состоялась, если известно, что он может опоздать на 15 минут, а она на 30 минут; при этом, придя на встречу, она ждёт в течение 10 минут, а он в течение 20 минут.

### Вариант №10

**Задание 1.** Буквы *T, E, И, Я, P, O* написаны на отдельных карточках. Ребёнок берёт карточки в случайном порядке и прикладывает одну к другой все 6 карточек. Какова вероятность появления слова "ТЕОРИЯ"?

**Задание 2.** Два парохода должны подойти к одному и тому же причалу. Время прихода обоих пароходов независимо и является равновероятным в течение данных суток. Определить вероятность того, что одному из пароходов придётся ожидать освобождения причала, если время стоянки первого парохода 4 часа, а второго – 3 часа.

### Вариант №11

**Задание 1.** В коробке 90 годных и 10 дефектных шурупов. Какова вероятность того, что из 5 взятых наудачу шурупов ровно 2 шурупа окажутся дефектными?

**Задание 2.** На отрезке *AO* длины *L* наудачу поставлены точки *B, C*. Найти вероятность того, что длина отрезка *BC* окажется меньше *L/2*.

### Вариант №12

**Задание 1.** На пусковой неделе 1 сентября запланировано 3 лекции по различным предметам. Всего изучается 10 предметов. Студент, не успевающий познакомиться с расписанием, пытается его угадать. Какова вероятность успеха в данном эксперименте, если считать, что любое расписание из 3 предметов является равновероятным?

**Задание 2.** Найти вероятность, того, что корни квадратного трёхчлена  $x^2+2ax+b$  положительны, если  $|a| \leq 1, |b| \leq 1$ .

### Вариант №13

**Задание 1.** В урне находится 4 красных шара и 6 белых. Из этих 10 шаров выбирается 3 шара. Какова вероятность того, что все выбираемые шары красные?

**Задание 2.** Кусок проволоки длиной 20 см был согнут в наугад выбранной точке. После этого, согнув проволоку ещё в двух местах, сделали прямоугольную рамку. Найти вероятность того, что площадь полученной рамки будет не менее 4 см<sup>2</sup>.

### Вариант №14

**Задание 1.** На семи карточках написано буквами *СТУДЕНТ*. После тщательного перемешивания берут карточки наудачу по одной и кладут последовательно рядом. Какова вероятность того, что при этом получится слово *НЕУД*?

**Задание 2.** Через начало координат в первой четверти проведена наудачу прямая. Принимая, что любой её наклон является равновероятным, определить вероятность того, что она пересечёт окружность, уравнение которой  $(x-6)^2+(y-8)^2=25$ .

#### Вариант №15

**Задание 1.** На семи карточках написано буквами *СТУДЕНТ*. После тщательного перемешивания берут карточки по одной и кладут последовательно рядом. Какова вероятность того, что при этом получится слово *ТЕНТ*?

**Задание 2.** На окружности единичного радиуса с центром в точке *O* наудачу выбирается точка *M*. Найти вероятность того, что длина проекции *OM* на ось *Ox* меньше *a*.

#### Вариант №16

**Задание 1.** Имеются карточки с буквами *У, Р, А, Т, Г*. Карточки раскладывают наугад рядом. Найти вероятность появления слова *РГАТУ*.

**Задание 2.** Корабли *A* и *B* должны прибыть в порт между 17 и 19 часами с равной вероятностью в любой момент. Какова вероятность того, что матрос с корабля *A* сумеет перейти на корабль *B*, если время стоянки кораблей равно 45 минут, а для перехода требуется 5 минут?

#### Вариант №17

**Задание 1.** Имеются карточки с буквами *С, З, А, Ё, Н, Т, Ч*. Вынимают наугад 5 карточек. Найти вероятность появления слова "ЗАЧЁТ".

**Задание 2.** Стержень длиной 1 разломан на 3 части случайным образом. Определить вероятность того, что из этих 3-х отрезков можно составить треугольник.

#### Вариант №18

**Задание 1.** В группе 12 студентов, из которых 8 отличников. Наудачу отбирают 9 студентов. Найти вероятность того, что среди отобранных 5 отличников.

**Задание 2.** Два лица условились встретиться в определённом месте между 10 и 11 часами и договорились, что пришедший первым ждёт другого в течение 25 минут, после чего уходит. Найти вероятность их встречи, если приход каждого в течение указанного часа может произойти в любое время, и моменты прихода независимы.

#### Вариант №19

**Задание 1.** В ящике 10 шаров, из них 6 белых, остальные чёрные. Берут 2 шара. Найти вероятность того, что оба они белые.

**Задание 2.** Внутри квадрата с вершинами  $(0,0)$ ,  $(0,1)$ ,  $(1,0)$ ,  $(1,1)$  наудачу выбирается точка  $M(x, y)$ . Найти вероятность события *A*, состоящего в том, что  $\max(x, y) < a$ ,  $a > 0$ .

#### Вариант №20

**Задание 1.** В ящике 10 шаров, из них 6 белых, остальные чёрные. Берут 2 шара. Найти вероятность того, что оба шара чёрные.

**Задание 2.** Два парохода должны подойти к одному и тому же причалу. Время прихода обоих пароходов является независимым и равновероятным в течение данных суток. Определить вероятность того, что одному из пароходов придётся ожидать освобождения причала, если время стоянки первого парохода 1 час, а второго – 2 часа.

#### Вариант №21

**Задание 1.** В ящике 10 шаров, из них 6 белых, остальные чёрные. Берут 2 шара. Найти вероятность того, что один шар белый, а другой чёрный.

**Задание 2.** Иван и Пётр договорились о встрече в определённом месте между 11 и 12 часами. Каждый приходит в случайный момент указанного промежутка и ждёт появления другого до истечения часа, но не более 15 минут, после чего уходит. Найти вероятность того, что Пётр пришёл после Ивана. Показать геометрически.

#### Вариант №22

**Задание 1.** Ребенок играет с четырьмя буквами разрезанной азбуки *А, А, М, М*. Какова вероятность того, что при случайном расположении букв получится слово "МАМА"?

**Задание 2.** Двое договорились о встрече с 11 до 12 часов. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка и ждёт другого до истечения часа, но не более 15 минут. Найти вероятность того, что первый опоздал на встречу.

#### Вариант №23

**Задание 1.** Имеется 10 карточек с буквами  $M, A, T, E, M, A, T, И, К, А$ . Карточки последовательно берут наугад. Какова вероятность получить слово *МАТЕМАТИКА*?

**Задание 2.** На плоскости начертаны параллельные прямые, находящиеся друг от друга на расстоянии  $2a$ . На плоскость наудачу бросается монета радиуса  $r < a$ . Найти вероятность того, что монета не пересечёт ни одной прямой.

#### Вариант №24

**Задание 1.** В лифт на первом этаже семиэтажного дома вошли 3 человека, каждый из которых может выйти независимо друг от друга на любом этаже со 2-го по 7-й. Какова вероятность, что все пассажиры выйдут на 4-ом этаже?

**Задание 2.** Двое договорились о встрече с 9 до 10 часов. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка и ждёт появления другого до истечения часа, но не более 15 минут. Найти вероятность того, что первому не пришлось ждать второго.

#### Вариант №25

**Задание 1.** Игральную кость бросают 2 раза. Найдите вероятность того, что один раз выпало число очков, большее 3-х, а другой раз – меньше 3-х.

**Задание 2.** Он и она договорились о встрече в 19 часов. Найти вероятность того, что встреча состоится, если известно, что он может опоздать на 15 минут, а она на 30 минут; при этом, придя на встречу, она ждёт не более 10 минут, а он в течение 20 минут.

#### Вариант №26

**Задание 1.** В случайном эксперименте симметричную монету бросают 3 раза. Найдите вероятность того, что орёл выпадет ровно 2 раза.

**Задание 2.** Значение  $a$  и  $b$  являются равновероятными в квадрате  $|a| \leq 1, |b| \leq 1$ . Найти вероятность того, что корни квадратного трехчлена  $x^2 + 2ax + b$  действительны.

#### Вариант №27

**Задание 1.** В магазине было продано 21 из 25 холодильников трёх марок, имеющихся в количествах 5, 7 и 13 штук. Полагая, что вероятность быть проданным для холодильника каждой марки одна и та же, найти вероятность того, что остались нераспроданными холодильники третьей марки.

**Задание 2.** Два парохода должны подойти к одному и тому же причалу. Время прихода обоих пароходов является независимым и равновероятным в течение данных суток. Определить вероятность того, что одному из пароходов придётся ожидать освобождения причала, если время стоянки первого парохода 5 часов, а второго – 3 часа.

#### Вариант №28

**Задание 1.** В магазине было продано 22 из 25 холодильников трёх марок, имеющихся в количествах 5, 7 и 13 штук. Полагая, что вероятность быть проданным для холодильника каждой марки одна и та же, найти вероятность того, что остались нераспроданными холодильники трёх разных марок.

**Задание 2.** Внутри квадрата с вершинами  $(0,0), (0,1), (1,0), (1,1)$  наудачу выбирается точка  $M(x, y)$ . Найти вероятность того, что  $\min(x, y) < a$ , если  $0 \leq a \leq 1$ .

#### Вариант №29

**Задание 1.** В урне 7 шаров: 4 белых и 3 чёрных. Из неё вынимают два шара. Найти вероятность того, что они будут белыми.

**Задание 2.** Двое договорились о встрече с 9 до 10 часов в определённом месте. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка и ждёт появления другого до истечения часа, но не более 15 минут, после чего уходит. Найти вероятность того, что встреча не состоялась.

#### Вариант №30

**Задание 1.** Купили карточку спортлото и отметили 6 из 49 номеров. Найти вероятность того, что правильно угадали 3 номера из 6 номеров.

**Задание 2.** На отрезке  $OA$  длины 1 наудачу поставлены точки  $B$  и  $C$ , причём точка  $C$  находится ближе к точке  $A$ . Найти вероятность того, что длина отрезка  $BC$  будет меньше длины отрезка  $OB$ .

## 12.5. Вероятность суммы несовместных и совместных событий

Далее будем заниматься проблемой выражения вероятности искомых событий через вероятности данных событий, при этом искомые события выражаются формулами через данные события. Нам известна формула для вероятности противоположного события:  $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ . Также известна формула для вероятности суммы попарно несовместных событий по следствию 1 из аксиом:

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n). \quad (1)$$

Пусть теперь события  $A_1, A_2, \dots, A_n$  совместны либо попарно несовместны. Тогда используем вероятность противоположного события и равенство де Моргана:

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = 1 - P(\overline{A_1 + A_2 + \dots + A_n}) = 1 - P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \dots \cdot \bar{A}_n).$$

Окончательно получаем формулу, в которой проблема вычисления суммы событий сведена к проблеме вычисления произведения событий:

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = 1 - P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \dots \cdot \bar{A}_n). \quad (2)$$

**Упражнение 1.** Обоснуйте формулу для совместных событий:

$$P(A_1 + A_2) = P(A_1) + P(A_2) - P(A_1 \cdot A_2). \quad (3)$$

**Упражнение 2.** Обоснуйте формулу для совместных событий:

$$P(A_1 + A_2 + A_3) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) - P(A_1 \cdot A_2) - P(A_1 \cdot A_3) - P(A_2 \cdot A_3) + P(A_1 \cdot A_2 \cdot A_3). \quad (4)$$

Проблема вычисления произведения событий решена в следующем параграфе.

## 12.6. Условная вероятность. Вероятность произведения зависимых и независимых событий

Зафиксируем некоторое событие  $A$  из пространства исходов  $\Omega$ , для которого  $P(A) \neq 0$ , и будем наблюдать за произвольным событием  $B$  из  $\Omega$  (рис.1), но в расчёт будем принимать только те испытания, в которых происходит событие  $A$ . В таких условиях опыта событие  $A$  играет роль «открытых шторок» на окне, через которое наблюдаются остальные события; события наблюдаются, если «шторки» на окне открыты, т.е. событие  $A$  произошло. Говоря иначе, событие  $A$  «претендует» занять роль достоверного события, а все остальные события становятся условными – при том условии, что произошло событие  $A$ .

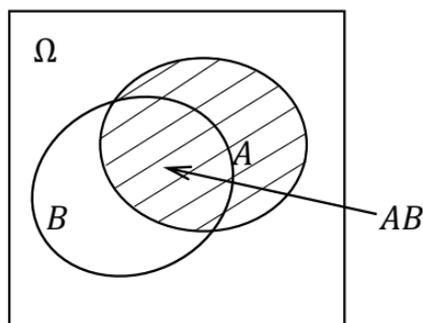


Рис.1. События  $B$  наблюдаются только при условии, что наступило событие  $A$ . Вводятся условные события  $B/A$ , для которых событие  $A/A$  становится новым достоверным событием.

Событие  $B$ , при условии, что наступило событие  $A$ , будем обозначать как  $B/A$ , а событие  $A/A$  станет новым достоверным событием. Вероятность условного события  $P(B/A)$  назовём *условной вероятностью*, при этом знак

функции «условная вероятность» имеет вид  $P(\dots/A)$ . И здесь мы оказываемся в такой ситуации, что ещё предстоит построить алгоритм получения значений этой функции, при этом алгоритм получения значений  $P(B)$  предполагается известным. И в общем случае  $P(B/A) \neq P(B)$ , хотя в частных случаях возможно равенство.

**Пример 1.** Бросается игральная кость. Событие  $A$  – появляется чётное число очков (2, 4, 6), событие  $B$  – появляется простое число очков (2, 3, 5). Обычная вероятность события  $B$  находится по классическому определению вероятности:  $P(B) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$ . Условная вероятность события  $B$  тоже находится по классическому определению вероятности:  $P(B/A) = \frac{1}{3}$ . Здесь  $P(B/A) \neq P(B)$ .

**Пример 2.** Вынимается одна карта из колоды карт в 36 листов. Событие  $A$  – вынута карта красной масти, событие  $B$  – вынута дама,  $P(B) = \frac{4}{36} = \frac{1}{9}$ ,  $P(B/A) = \frac{2}{18} = \frac{1}{9}$ . Здесь  $P(B/A) = P(B)$ .

Введём алгоритмическую формулу для условной вероятности следующим образом. Сначала выведем формулу для относительной частоты условного события  $B/A$ , затем перенесём её на условную вероятность, учитывая свойство устойчивости относительной частоты, т.е. её близость к вероятности. Таким образом, формула будет введена аксиоматически в виде четвёртой аксиомы.

Пусть в  $n$  независимых опытах событие  $A$  произошло  $m$  раз,  $m > 0$ , а событие  $AB$  произошло  $k$  раз,  $k > 0$ . Очевидно, что  $k \leq m \leq n$ . Событие  $B$  наступает для условных событий только через событие  $AB$ , т.е.  $B/A = AB/A$ .

Найдём условную относительную частоту:  $W(B/A) = W(AB/A) = \frac{k}{m} = \frac{\frac{k}{n}}{\frac{m}{n}} = \frac{W(AB)}{W(A)}$ . Тогда для условной вероятности принимаем аксиому:

$$P(B/A) = \frac{P(AB)}{P(A)}. \quad (1)$$

Проверим, что условная вероятность, определяемая формулой (1), удовлетворяет трём основным аксиомам вероятности.

1)  $(\forall B \in G)(P(B/A) \geq 0)$ , т.к. правая часть формулы (1) не отрицательна.

$$2) P(A/A) = \frac{P(AA)}{P(A)} = \frac{P(A)}{P(A)} = 1.$$

$$3) (\forall B_1, B_2 \in G)(B_1 B_2 = \Theta \rightarrow P(B_1/A + B_2/A) = P(B_1/A) + P(B_2/A)).$$

Проверим это, учитывая, что события  $B_1 A, B_2 A$  тоже несовместны:

$$\begin{aligned} P(B_1/A + B_2/A) &= P((B_1 + B_2)/A) = \frac{P((B_1+B_2)A)}{P(A)} = \frac{P(B_1 A + B_2 A)}{P(A)} = \\ &= \frac{P(B_1 A) + P(B_2 A)}{P(A)} = \frac{P(B_1 A)}{P(A)} + \frac{P(B_2 A)}{P(A)} = P(B_1/A) + P(B_2/A). \end{aligned}$$

Проверено, верно.

Из формулы (1) находим вероятность произведения двух событий:

$$P(AB) = P(A) \cdot P(B/A). \quad (2)$$

События  $A$  и  $B$  называются *независимыми*, если формула (2) для них приобретает вид:

$$P(AB) = P(A) \cdot P(B). \quad (3)$$

Для независимых событий  $P(B/A) = P(B)$ . Меняя независимые события  $A$  и  $B$  ролями, можно также получить, что  $P(A/B) = P(A)$ . В противном случае события считаются *зависимым*, для них выполняется формула (2). В примере 1 события  $A$  и  $B$  зависимы, в примере 2 – независимы.

Обобщим формулу (2) для трёх зависимых событий:

$$\begin{aligned} P(A_1 A_2 A_3) &= P((A_1 A_2) A_3) = P(A_1 A_2) \cdot P(A_3 / A_1 A_2) = \\ &= P(A_1) \cdot P(A_2 / A_1) \cdot P(A_3 / A_1 A_2). \end{aligned}$$

Далее полученная формула несложно обобщается для  $n$  зависимых событий  $A_1, A_2, \dots, A_n$ :

$$P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2 / A_1) \cdot P(A_3 / A_1 A_2) \cdot \dots \cdot P(A_n / A_1 A_2 \dots A_{n-1}). \quad (4)$$

**Определение.** События  $A_1, A_2, \dots, A_n$  называются *независимыми в совокупности*, если для любого подмножества  $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_m}$  этих событий вероятность их произведения равна произведению их вероятностей:

$$P(A_{i_1} A_{i_2} \dots A_{i_m}) = P(A_{i_1}) \cdot P(A_{i_2}) \cdot \dots \cdot P(A_{i_m}).$$

В том числе, для независимых в совокупности событий имеет место формула:

$$P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot \dots \cdot P(A_n). \quad (5)$$

Для независимых в совокупности событий условная вероятность любого из них при любых произведениях в условиях равна безусловной вероятности этого события:  $P(A_k / A_{j_1} A_{j_2} \dots A_{j_l}) = P(A_k)$ .

**Замечание.** Независимость в совокупности отличается от парной независимости событий. Поясним это на примере.

**Пример 3.** На трёх гранях тетраэдра написаны буквы  $A, B, C$  соответственно, а на четвёртой грани написаны все три буквы  $A, B, C$ . Пусть события  $A, B, C$  – это падение тетраэдра на ту грань, где имеется соответствующая буква. Требуется исследовать события  $A, B, C$  на независимость в совокупности.

**Решение.** События  $A, B, C$  будут независимыми в совокупности, если будут выполнены равенства:  $P(AB) = P(A) \cdot P(B), P(AC) = P(A) \cdot P(C), P(BC) = P(B) \cdot P(C), P(ABC) = P(A) \cdot P(B) \cdot P(C)$ .

По классическому определению вероятности  $P(A) = P(B) = P(C) = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}, P(AB) = P(AC) = P(BC) = \frac{1}{4}, P(ABC) = \frac{1}{4}$ .

Проверяем попарную и совокупную независимость событий:

$$P(AB) = \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = P(A) \cdot P(B) \text{ – выполнено;}$$

$$P(AC) = \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = P(A) \cdot P(C) \text{ – выполнено;}$$

$$P(BC) = \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = P(B) \cdot P(C) \text{ – выполнено;}$$

$$P(A) \cdot P(B) \cdot P(C) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8} \neq \frac{1}{4} = P(ABC) \text{ – не выполнено.}$$

События  $A, B, C$  не являются независимыми в совокупности, хотя попарно они независимы. Пример 3 окончен.

С помощью формул (3) и (4) текущего параграфа и формул (1) и (2) предыдущего параграфа мы можем строить вероятностные модели случайных событий и рассчитывать вероятности событий.

**Задача 1.** Нерадивый студент при подготовке к зачёту выучил только 15 вопросов из 30. Для получения зачёта он должен ответить на два вопроса, случайно подобранные в билете. Чему равна вероятность получения зачёта для этого нерадивого студента?

**Решение.** Введём случайные события:  $A_1$  – студент знает ответ на первый вопрос билета,  $A_2$  – студент знает ответ на второй вопрос билета. Эти события являются данными, их вероятности можно рассчитать по условию задачи. Введём искомое событие  $B$  – студент получит зачёт. Очевидно, что  $B = A_1A_2$ . Независимость данных событий не очевидна, поэтому применим формулу (4) для произведения двух событий, а затем классическое определение вероятности:

$$P(B) = P(A_1A_2) = P(A_1) \cdot P(A_2/A_1) = \frac{15}{30} \cdot \frac{14}{29} = \frac{7}{29}.$$

**Ответ.**  $P(B) = \frac{7}{29}$ .

**Задача 2.** На поле независимо друг от друга работают три картофелеуборочных комбайна, коэффициенты использования рабочего времени у которых соответственно равны 0,5; 0,8; 0,9. Найти вероятность того, что в некоторый момент рабочего времени: 1) работают три комбайна; 2) не работает ни один комбайн; 3) работает хотя бы один комбайн; 4) работает только один комбайн.

**Решение.** Введём исходные события:

$A_1$  – в некоторый момент рабочего времени работает 1-й комбайн;

$A_2$  – в некоторый момент рабочего времени работает 2-й комбайн;

$A_3$  – в некоторый момент рабочего времени работает 3-й комбайн.

Из условия имеем, что  $P(A_1) = 0,5$ ;  $P(A_2) = 0,8$ ;  $P(A_3) = 0,9$ .

Введём искомые события:

$A$  – в некоторый момент рабочего времени работают три комбайна;

$B$  – в некоторый момент рабочего времени не работает ни один комбайн;

$C$  – в некоторый момент рабочего времени работает хотя бы один комбайн;

$D$  – в некоторый момент рабочего времени работает только один комбайн.

Выразим искомые события через данные события и применим формулы для вероятности противоположного события, суммы событий, произведения событий, учитывая, что исходные события являются совместными и независимыми в совокупности.

1)  $A = A_1A_2A_3$ , здесь множители взаимно независимы,

$$P(A) = P(A_1A_2A_3) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3) = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,36.$$

2)  $B = \bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3$ ,

$$P(B) = P(\bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3) = P(\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_2) \cdot P(\bar{A}_3) = 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 0,01.$$

3)  $C = A_1 + A_2 + A_3$ , здесь слагаемые совместны,

$$P(C) = P(A_1 + A_2 + A_3) = 1 - P(\bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3) = 1 - 0,01 = 0,99.$$

4)  $D = A_1\bar{A}_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1A_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1\bar{A}_2A_3$ , здесь слагаемые несовместны, а события в произведениях независимы в совокупности, поэтому

$$\begin{aligned}
P(D) &= P(A_1\bar{A}_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1A_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1\bar{A}_2A_3) = \\
&= P(A_1\bar{A}_2\bar{A}_3) + P(\bar{A}_1A_2\bar{A}_3) + P(\bar{A}_1\bar{A}_2A_3) = \\
&= P(A_1) \cdot P(\bar{A}_2) \cdot P(\bar{A}_3) + P(\bar{A}_1) \cdot P(A_2) \cdot P(\bar{A}_3) + P(\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_2) \cdot P(A_3) = \\
&= 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 0,2 \cdot 0,9 = 0,01 + 0,04 + 0,09 = 0,14.
\end{aligned}$$

**Ответ.** 1) 0,36; 2) 0,01; 3) 0,99; 4) 0,14.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ВЕРОЯТНОСТЬ СУММЫ И ПРОИЗВЕДЕНИЯ СОБЫТИЙ»

### Вариант №1

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – своевременное прибытие в аэропорт  $i$ -го автобуса-экспресса,  $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0,9$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** В урне 5 белых шаров и 2 чёрных. Из неё вынимают один за другим два шара. Найти вероятность того, что они будут разных цветов.

**Задание 5.** В торговую фирму поступили телевизоры от трёх поставщиков в отношении 1:4:5. Практика показала, что телевизоры, поступающие от 1-го, 2-го и 3-го поставщиков, не потребуют ремонта в течение гарантийного срока соответственно в 98, 88 и 92% случаев. Найти вероятность того, что поступивший в торговую фирму телевизор не потребует ремонта в течение гарантийного срока.

### Вариант №2

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – выполнение плана  $i$ -й бригадой,  $P(A_1)=0,95, P(A_2)=0,9, P(A_3)=0,85$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Имеется две урны, в первой 2 белых и 3 чёрных шара, во второй – 4 белых и 2 чёрных. Из каждой урны вынимается по одному шару. Найти вероятность того, что они будут одного и того же цвета.

**Задание 5.** Известно, что в среднем 95% выпускаемой продукции удовлетворяют стандарту. Упрощённая схема контроля признает пригодной продукцию с вероятностью 0,98, если она стандартна, и с вероятностью 0,06, если она нестандартна. Определить вероятность того, что взятое наудачу изделие пройдёт упрощённый контроль.

### Вариант №3

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – студент даст правильный ответ на  $i$ -й вопрос билета,  $P(A_1)=0,9, P(A_2)=0,8, P(A_3)=0,7$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Имеется две урны, в первой 2 белых и 3 чёрных шара, во второй – 4 белых и 2 чёрных. Из каждой урны вынимается по одному шару. Найти вероятность того, что они будут разных цветов.

**Задание 5.** Известно, что в среднем 95% выпускаемой продукции удовлетворяют стандарту. Упрощённая схема контроля признает пригодной продукцию с вероятностью 0,96, если она стандартна, и с вероятностью 0,07, если она нестандартна. Определить вероятность того, что взятое наудачу изделие стандартное, если оно прошло упрощённый контроль.

### Вариант №4

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – в течение часа  $i$ -й станок потребует внимания рабочего, обслуживающего три станка,  $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0,95$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Производится три независимых выстрела по мишени; вероятности попадания в мишень при первом, втором, третьем выстреле равны соответственно 0,8; 0,75; 0,9. Найти вероятность того, что произойдёт ровно два попадания в мишень.

**Задание 5.** Покупатель может подойти к одной из трёх хлебных палаток рынка с вероятностью, соответственно равной 0,5, 0,3, 0,2. Вероятность наличия нужного ему сорта хлеба в соответствующей палатке равна 0,9, 0,5, 0,4. Покупатель сразу купил нужный сорт хлеба в наудачу выбранной палатке. Найти вероятность того, что это была вторая палатка.

#### Вариант №5

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  –  $i$ -й сын царя выполнит волю отца к намеченному сроку,  $P(A_1)=0,8, P(A_2)=0,9, P(A_3)=0,95$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Производится три независимых выстрела по мишени с вероятностями попаданий 0,8, 0,75 и 0,9. Найти вероятность хотя бы одного попадания в мишень.

**Задание 5.** В специализированную клинику поступают больные с одним из заболеваний  $A, B, C$ : в среднем 50% больных с заболеванием  $A$ , 30% с заболеванием  $B$  и 20% с заболеванием  $C$ . Вероятности полного излечения этих заболеваний равны соответственно 0,95, 0,9 и 0,85. Больной, поступивший в клинику, был полностью вылечен. Какова вероятность того, что он страдал заболеванием  $B$ ?

#### Вариант №6

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – попадания в цель при выстреле  $i$ -го орудия,  $P(A_1)=0,8, P(A_2)=0,6, P(A_3)=0,9$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Из колоды карт, содержащей 32 листа, вынимается наугад 4 карты. Найти вероятность того, что среди них будет хотя бы один туз.

**Задание 5.** На вход радиолокационного устройства с вероятностью 0,8 поступает смесь полезного сигнала с помехой, а с вероятностью 0,2 – только помеха. Если поступает полезный сигнал с помехой, то устройство регистрирует наличие какого-то сигнала с вероятностью 0,7; если только помеха, то с вероятностью 0,2. Известно, что устройство зарегистрировало наличие какого-то сигнала. Найти вероятность того, что в его составе есть полезный сигнал.

#### Вариант №7

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  – курсант выполнит на отлично  $i$ -й норматив по физической подготовке,  $P(A_1)=0,6, P(A_2)=0,9, P(A_3)=0,75$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Вероятность попадания в цель для первого стрелка равна 0,8, для второго – 0,7, для третьего – 0,9. Каждый из стрелков делает по одному выстрелу. Какова вероятность того, что в мишени: а) 3 пробоины, б) хотя бы одна пробоина?

**Задание 5.** 20 студентов сдают экзамен: 6 студентов подготовились отлично (могут отвечать на все 50 вопросов), 8 подготовились хорошо (40 вопросов), 4 подготовились удовлетворительно (30 вопросов), 2 подготовились плохо (10 вопросов). Вызванный студент ответил правильно на все 3 вопроса. Найти вероятность того, что он отлично подготовился к экзамену?

#### Вариант №8

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  –  $i$ -й комбайн будет работать на поле в течение часа без технических неисправностей,  $P(A_1)=0,85, P(A_2)=0,8, P(A_3)=0,75$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Работа электронного устройства прекратилась вследствие выхода из строя одного из пяти унифицированных блоков. Производится последовательная замена каждого блока новым блоком до тех пор, пока устройство не начнёт работать. Какова вероятность того, что придётся заменить 2 блока?

**Задание 5.** Имеется 3 ящика. В первом ящике 30 красных шаров, во втором – 15 красных и 15 синих шаров, в третьем – 30 синих шаров. Из выбранного наугад ящика вынули шар, оказавшийся красным. Вычислить вероятность того, что шар вынут из первого ящика.

#### Вариант №9

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  –  $i$ -й спортсмен преодолет свой личный рекорд в беге на 400 метров,  $P(A_1)=0,8, P(A_2)=0,82, P(A_3)=0,75$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Работа электронного устройства прекратилась вследствие выхода из строя одного из пяти унифицированных блоков. Производится последовательная замена каждого блока новым блоком до тех пор, пока устройство не начнёт работать. Какова вероятность того, что придётся заменить 4 блока?

**Задание 5.** В урну, содержащую 2 шара, опущен синий шар, после чего из неё наудачу извлечён один шар. Найти вероятность того, что извлечённый шар окажется синим, если равновероятны все допустимые предположения о первоначальном количестве синих шаров.

#### Вариант №10

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – на  $i$ -й монете выпадет герб,  $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0,5$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** В одинаковых и независимых условиях производятся 3 выстрела, при каждом из которых с вероятностью  $p=0,8$  поражается цель. Какова вероятность того, что цель поражается впервые при третьем выстреле?

**Задание 5.** Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого автомата вдвое больше производительности второго. Первый автомат производит в среднем 70% деталей отличного качества, а второй – 82%. Наудачу взятая с конвейера деталь оказалась отличного качества. Найти вероятность того, что эта деталь произведена вторым

#### Вариант №11

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – своевременное прибытие в аэропорт  $i$ -го автобуса-экспресса,  $P(A_1)=0,9, P(A_2)=0,95, P(A_3)=0,9$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** 30 студентов для прохождения практики получили 15 мест в Рязанском районе, 8 мест в Рыбновском районе и 7 мест в Кадомском районе. Какова вероятность того, что студент и студентка, которые в скором времени собираются справить свадьбу, будут посланы для прохождения практики в один район, если декан ничего не знает об их «семейных делах»?

**Задание 5.** Из урны, содержащей 3 белых и 2 чёрных шара, переложили 2 шара в урну, содержащую 4 белых и 4 чёрных шара. Найти вероятность вынуть после этого из второй урны белый шар.

#### Вариант №12

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – выполнение плана  $i$ -й бригадой,  $P(A_1)=0,9, P(A_2)=0,9, P(A_3)=0,85$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** На 100 лотерейных билетов приходится 5 выигрышных. Какова вероятность выигрыша хотя бы по одному билету, если приобретено 4 билета?

**Задание 5.** В ящике лежат 20 теннисных мячей, в том числе 15 новых и 5 игранных. Для игры наудачу выбираются два мяча, и после игры возвращаются обратно. Затем для второй игры также наудачу извлекаются ещё два мяча. Какова вероятность того, что вторая игра будет проводиться новыми мячами?

#### Вариант №13

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – студент даст правильный ответ на  $i$ -й вопрос билета,  $P(A_1)=0,92, P(A_2)=0,8, P(A_3)=0,75$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдет ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдет хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдет только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будет сдан только второй экзамен.

**Задание 5.** На фабрике машина № 1 производит 40% всей продукции, остальную часть продукции производит машина №2. Брак в продукции машины №1 составляет 0,9%, а в продукции машины №2 – 0,4%. Взятая наудачу деталь оказалась бракованная. Найти вероятность того, что она сделана на машине №1.

#### Вариант №14

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  – в течение часа  $i$ -й станок потребует внимания рабочего, обслуживающего три станка,  $P(A_1)=0,9$ ,  $P(A_2)=0,8$ ,  $P(A_3)=0,95$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдет ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдет хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдет только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** В урне находятся 4 красных и 6 белых шара. Из этих 10 шаров выбираются 3 шара. Какова вероятность того, что все выбираемые шары красные?

**Задание 5.** По линии связи возможна передача кода 1234 с вероятностью 0,6 и кода 4321 с вероятностью 0,4. Код высвечивается на табло, которое может исказить цифры. Вероятность принять 1 за 1 равна 0,8, а 1 за 4 равна 0,2. Вероятность принятия 4 за 4 равна 0,9, а 4 за 1 равна 0,1. Вероятность принятия 2 за 2 и 3 за 3 равна 0,7. Вероятность принятия 2 за 3, а 3 за 2 равна 0,3. Оператор, не зная о том, что передаются всего два кода, принял код 4231. Определить вероятность того, что передан код 1234.

#### Вариант №15

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  –  $i$ -й сын царя выполнит волю отца к намеченному сроку,  $P(A_1)=0,7$ ,  $P(A_2)=0,72$ ,  $P(A_3)=0,95$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдет ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдет хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдет только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будет сдан только один экзамен.

**Задание 5.** По линии связи возможна передача кода 1234 с вероятностью 0,6 и кода 4321 с вероятностью 0,4. Код высвечивается на табло, которое может исказить цифры. Вероятность принять 1 за 1 равна 0,8, а 1 за 4 равна 0,2. Вероятность принятия 4 за 4 равна 0,9, а 4 за 1 равна 0,1. Вероятность принятия 2 за 2 и 3 за 3 равна 0,7. Вероятность принятия 2 за 3, а 3 за 2 равна 0,3. Оператор, не зная о том, что передаются всего два кода, принял код 4231. Определить вероятность того, что передан код 4321.

#### Вариант №16

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  – попадания в цель при выстреле  $i$ -го орудия,  $P(A_1)=0,8$ ,  $P(A_2)=0,7$ ,  $P(A_3)=0,9$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдет ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдет хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдет только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будут сданы три экзамена.

**Задание 5.** В партии 600 лампочек: 200 штук изготовлены на 1-ом заводе, 250 – на 2-ом, 150 – на 3-ем. Вероятность того, что лампочка окажется стандартной, для 1-го завода равна 0,97; для 2-го – 0,91; для 3-го – 0,93. Какова вероятность того, что наудачу взятая лампочка, оказавшаяся стандартной, изготовлена на 1-ом заводе?

#### Вариант №17

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  – курсант выполнит на отлично  $i$ -й норматив по физической подготовке,  $P(A_1)=0,6$ ,  $P(A_2)=0,8$ ,  $P(A_3)=0,7$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдет ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдет хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдет только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будут сданы по крайней мере два экзамена.

**Задание 5.** Две перфораторщицы набрали по одинаковому комплекту перфокарт. Вероятность того, что 1-я перфораторщица допустит ошибку, равна 0,1; для второй перфораторщицы эта вероятность равна 0,2. При сверке перфокарт была обнаружена ошибка. Найти вероятность того, что ошиблась вторая перфораторщица.

#### Вариант №18

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  –  $i$ -й комбайн будет работать на поле в течение часа без технических неисправностей,  $P(A_1)=0,9$ ,  $P(A_2)=0,8$ ,  $P(A_3)=0,7$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Колхозом послана машина за материалами на 4 базы. Вероятность наличия нужного материала на 1-ой базе равна 0,9; на 2-ой – 0,95; на 3-й – 0,8; на 4-й – 0,6. Найти вероятность того, что только на одной базе не окажется нужного материала.

**Задание 5.** Вероятность для изделия некоторого производства удовлетворять стандарту, равна 0,96. Предлагается упрощённая система испытаний, дающая положительный результат с вероятностью 0,98 для изделий, удовлетворяющих стандарту, а для изделий, которые не удовлетворяют – 0,05. Какова вероятность того, что изделие, выдержавшее это испытание, удовлетворяет стандарту?

#### Вариант №19

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  –  $i$ -й спортсмен преодолет свой личный рекорд в беге на 400 метров,  $P(A_1)=0,6$ ,  $P(A_2)=0,8$ ,  $P(A_3)=0,7$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будет сдан хотя бы один экзамен.

**Задание 5.** Число грузовых автомашин, проезжающих по шоссе, на котором стоит бензоколонка, относится к числу легковых автомашин, проезжающих по тому же шоссе, как 3:2. Вероятность того, что будет запраправляться грузовая машина, равна 0,1, а легковая – 0,2. К бензоколонке подъехала для заправки машина. Найти вероятность того, что это грузовая машина.

#### Вариант №20

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – на  $i$ -й игральной кости выпадет 6 очков,  $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=1/6$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** При включении зажигания двигатель начнёт работать с вероятностью 0,6. Найти вероятность того, что двигатель начнёт работать при третьем включении зажигания.

**Задание 5.** В группе 6 отличников, 10 хорошистов, 9 троечников. На экзамене отличники могут получить оценку «4» с вероятностью 0,3, хорошисты – с вероятностью 0,8, троечники – с вероятностью 0,2. Вызванный наудачу студент получил «4». Найти вероятность того, что этот студент – троечник.

#### Вариант №21

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – своевременное прибытие в аэропорт  $i$ -го автобуса-экспресса,  $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0,95$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Вероятность попадания в мишень при каждом выстреле для первого стрелка равна 0,7, а для второго – 0,8. Оба они делают по одному выстрелу по мишени, а затем каждый из стрелков стреляет ещё раз, если при первом сделанном им выстреле он промахнулся. Найти вероятность того, что в мишени ровно две пробоины.

**Задание 5.** Команда составлена из двух отличных, трёх хороших и пяти средних стрелков. Каждый отличный стрелок попадает в мишень с вероятностью 0,99; хороший – 0,9; средний – 0,75. Стрелок попал в мишень. Какова вероятность того, что это отличный стрелок?

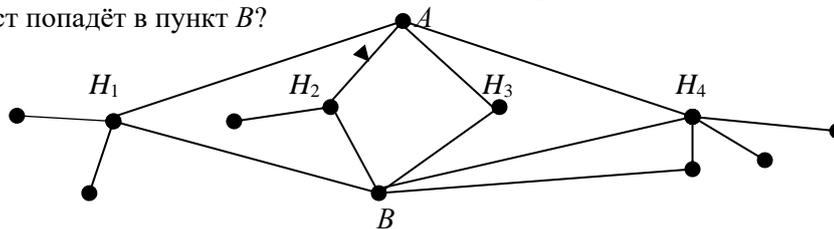
#### Вариант №22

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :  $A_i$  – выполнение плана  $i$ -й бригадой,  $P(A_1)=0,95$ ,  $P(A_2)=0,92$ ,  $P(A_3)=0,84$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** В первом ящике 3 белых и 11 красных шаров. Во втором ящике 4 белых и 10 красных шаров. Из каждого ящика вынули по шару. Какова вероятность, что оба шара белые?

**Задание 5.** Турист, идущий из пункта  $A$ , на разветвлении дорог выбирает наугад одну из них. Какова вероятность того, что турист попадёт в пункт  $B$ ?



#### Вариант №23

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  – студент даст правильный ответ на  $i$ -й вопрос билета,  $P(A_1)=0,8, P(A_2)=0,8, P(A_3)=0,9$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** В первом ящике 3 белых и 11 красных шаров. Во втором ящике 4 белых и 10 красных шаров. Из каждого ящика вынули по шару. Какова вероятность, что один из вынутых шаров белый, а другой красный?

**Задание 5.** Среди поступающих на сборку деталей с первого станка 0,1% бракованных, со второго – 0,2% , с третьего – 0,25%, с четвёртого – 0,5%. Производительности станков относятся как 4:3:2:1 соответственно. Взятая наудачу деталь оказалась стандартной. Найти вероятность того, что она изготовлена на первом станке.

#### Вариант №24

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  – в течение часа  $i$ -й станок потребует внимания рабочего, обслуживающего три станка,  $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0,85$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Студент к экзамену выучил 20 из 50 вопросов. Найти вероятность того, что он знает ответы на 3 вопроса, предложенные экзаменатором.

**Задание 5.** Имеется 3 урны. В первой урне находится 3 белых шара и 1 чёрный шар, во второй – 2 белых шара и 3 чёрных шара, в третьей – 3 белых шара. Некто подходит наугад к одной из урн и вынимает из неё 1 шар. Это шар оказался белым. Найти вероятность того, что шар вынут из 1 урны.

#### Вариант №25

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  –  $i$ -й сын царя выполнит волю отца к намеченному сроку,  $P(A_1)=0,7, P(A_2)=0,8, P(A_3)=0,95$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Трое учащихся на экзамене независимо друг от друга решают одну и ту же задачу. Вероятности её решения этими учащимися равны 0,8, 0,7 и 0,6 соответственно. Найдите вероятность того, что: а) хотя бы один учащийся решит эту задачу, б) только один учащийся решит эту задачу.

**Задание 5.** Электрические лампочки изготовляют два завода: 70% первый завод и 30% - второй завод. Из 100 лампочек первого завода 83 стандартных, а из 100 лампочек 2-го завода 63 стандартных. Взятая наугад лампочка оказалась стандартной. Какова вероятность того, что она изготовлена на 1-ом заводе?

#### Вариант №26

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  – попадания в цель при выстреле  $i$ -го орудия,  $P(A_1)=0,8, P(A_2)=0,8, P(A_3)=0,75$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** В ящике 10 красных и 12 синих шаров. Из ящика вынули 2 шара (не возвращая вынутый шар в ящик). Найти вероятность того, что оба шара красные.

**Задание 5.** При проверке зёрен пшеницы было установлено, что все зёрна могут быть разделены на 4 группы: к зёрнам 1 группы принадлежат 96%, ко 2-й – 2%, к 3-й – 1%, к 4-й – 1% всех зёрен. Вероятность того, что из зерна вырастет колос, содержащий не менее 50 зёрен, для семян 1 группы равна 0,5, для 2 группы – 0,2, для 3 группы – 0,18, для 4 – 0,02. Определить вероятность того, что из взятого наудачу зерна вырастет колос, содержащий не менее 50 зёрен.

#### Вариант №27

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  – курсант выполнит на отлично  $i$ -й норматив по физической подготовке,  $P(A_1)=0,8, P(A_2)=0,5, P(A_3)=0,7$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** В урне 40 шаров: 10 красных, 15 зелёных и 15 белых. Наудачу последовательно без возврата вынули три шара. Найти вероятность того, что это были красный, зелёный и белый шары.

**Задание 5.** В группе 10 отличников, 6 хорошистов, 9 троечников. На экзамене отличники могут получить оценку «4» с вероятностью 0,3, хорошисты – с вероятностью 0,8, троечники – с вероятностью 0,2. Вызванный наудачу студент получил «4». Найти вероятность того, что этот студент – троечник.

#### Вариант №28

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  –  $i$ -й комбайн будет работать на поле в течение часа без технических неисправностей,  $P(A_1)=0,65, P(A_2)=0,8, P(A_3)=0,7$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Вероятности безотказной работы двух комбайнов в течение дня равны 0,7 и 0,6. Найти вероятность того, что: а) оба комбайна работают; б) хотя бы один комбайн работает.

**Задание 5.** Имеются две партии деталей, в одной из которых все детали удовлетворяют техническим условиям, а в другой 25% деталей бракованные. Взятая наудачу деталь оказалась доброкачественной. Какова вероятность того, что она была взята из первой партии?

#### Вариант №29

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  –  $i$ -й спортсмен преодолет свой личный рекорд в беге на 400 метров,  $P(A_1)=0,5, P(A_2)=0,6, P(A_3)=0,75$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Вероятности безотказной работы двух комбайнов в течение дня равны 0,7 и 0,6. Найти вероятность того, что работает: а) только один комбайн; б) хотя бы один комбайн.

**Задание 5.** Прибор может работать в трёх режимах: 1) нормальном, 2) форсированном и 3) недогруженном. Нормальный режим наблюдается в 60 % случаев работы прибора, форсированный – в 30% и недогруженный – в 10%. Надёжность прибора (вероятность безотказной работы в течение заданного времени  $t$ ) для нормального режима равна 0,8, для форсированного 0,5, для недогруженного 0,9. Найти полную (с учётом случайности условий) надёжность прибора.

#### Вариант №30

**Задание 3.** Даны независимые совместные события  $A_1, A_2, A_3$  и их вероятности  $P(A_1), P(A_2), P(A_3)$ :

$A_i$  – на  $i$ -й игральной кости выпадет не 6 очков,  $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=5/6$ .

Найти вероятности следующих событий:  $A$  – произойдут все события  $A_1, A_2, A_3$ ;  $B$  – не произойдёт ни одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $C$  – произойдёт хотя бы одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ ;  $D$  – произойдёт только одно из событий  $A_1, A_2, A_3$ .

**Задание 4.** Студент к экзамену выучил 20 из 40 вопросов. Найти вероятность того, что он знает ответы на 3 вопроса, предложенных экзаменатором.

**Задание 5.** Имеются три одинаковых на вид урны; в первой 2 белых шара и 3 чёрных, во второй – 4 белых и 1 чёрный, в третьей – 3 белых шара. Некто подходит наугад к одной из урн и вынимает из неё один шар. Найти вероятность того, что шар будет белым.

## 12.7. Повторные независимые испытания. Формула Бернулли. Асимптотические формулы Муавра – Лапласа и Пуассона.

Пусть производится  $n$  независимых опытов, в каждом из которых случайное событие  $A$  может произойти с вероятностью  $P(A) = p$  и не произойти с вероятностью  $P(\bar{A}) = 1 - p = q$ . Поставим два вопроса и найдём на них ответы.

**Вопрос 1.** Чему равна вероятность того, что событие  $A$  произойдёт ровно  $k$  раз в  $n$  опытах? Обозначим эту вероятность как  $P_n(k)$ .

**Вопрос 2.** Чему равна вероятность того, что событие  $A$  произойдёт в  $n$  опытах не менее  $k_1$  раз и не более  $k_2$  раз? Обозначим эту вероятность как  $P_n(k_1, k_2)$ .

Для ответа на вопрос 1 построим полную группу попарно несовместных событий  $B_n^k$  – событие  $A$  произойдёт ровно  $k$  раз в  $n$  опытах,  $k = \overline{0, n}$  (рис.1). При этом  $\sum_{k=0}^n B_n^k = \Omega$  и  $P_n(k) = P(B_n^k)$ . Поэтому по второму следствию из аксиом вероятности

$$\sum_{k=0}^n P_n(k) = 1 \quad (1)$$

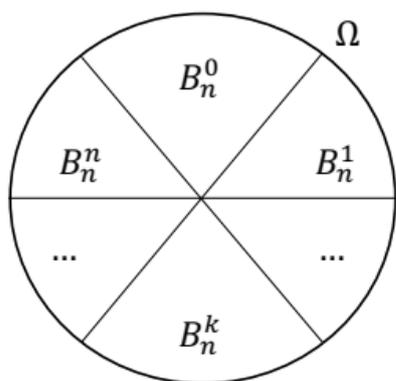


Рис.1. Полная группа попарно несовместных событий  $B_n^k$  – событие  $A$  произойдёт ровно  $k$  раз в  $n$  опытах,  $k = \overline{0, n}$ .

Введём события:  $A_i$  – событие  $A$  наступит в испытании с номером  $i$ ,  $\bar{A}_i$  – событие  $A$  не наступит в испытании с номером  $i$ , при этом  $P(A_i) = p, P(\bar{A}_i) = q = 1 - p$ .

Разобьём событие  $B_n^k$  на сумму попарно несовместных событий  $A_{n,j}^k$ , которые различаются последовательностью наступлений события  $A$   $k$  раз в  $n$  опытах:  $k$  раз в  $n$  опытах  $B_n^k = \sum_j A_{n,j}^k$  (рис.2).

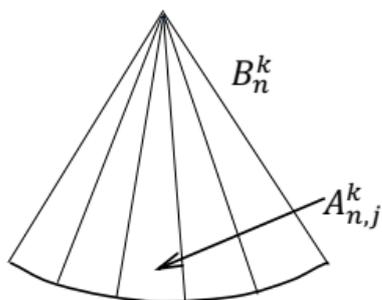


Рис.2. Разбиение события  $B_n^k$  на попарно несовместные события  $A_{n,j}^k$ , которые различаются последовательностью наступлений события  $A$   $k$  раз в  $n$  опытах.

Выделим первое из таких событий, в котором событие  $A$  происходит только первые  $k$  раз в  $n$  опытах:  $A_{n,1}^k = A_1 A_2 \dots A_k \bar{A}_{k+1} \dots \bar{A}_n$ . Это произведение независимых в совокупности событий и его вероятность легко находится:

$$\begin{aligned} P(A_{n,1}^k) &= P(A_1 A_2 \dots A_k \bar{A}_{k+1} \dots \bar{A}_n) = \\ &= P(A_1) P(A_2) \dots P(A_k) P(\bar{A}_{k+1}) \dots P(\bar{A}_n) = \underbrace{p \cdot p \cdot \dots \cdot p}_{k \text{ раз}} \cdot \underbrace{q \cdot \dots \cdot q}_{n-k \text{ раз}} = p^k \cdot q^{n-k}. \end{aligned}$$

Все события  $A_{n,j}^k$  равновероятны, т.е.  $P(A_{n,j}^k) = p^k \cdot q^{n-k}$  для любого номера  $j$ . Сколько этих событий? Ясно, что столько, сколько существует способов выбрать  $k$  элементов из  $n$ , т.е. их число равно  $C_n^k$  – числу сочетаний из  $n$  элементов по  $k$ . Значит, имеем неравенство  $1 \leq j \leq C_n^k$  и, соответственно, равенство  $B_n^k = \sum_{j=1}^{C_n^k} A_{n,j}^k$ .

Получаем, что

$$P_n(k) = P(B_n^k) = P\left(\sum_{j=1}^{C_n^k} A_{n,j}^k\right) = \sum_{j=1}^{C_n^k} P(A_{n,j}^k) = \sum_{j=1}^{C_n^k} p^k \cdot q^{n-k} = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}.$$

В итоге получаем обоснованный ответ на вопрос 1:

$$\boxed{P_n(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}}. \quad (2)$$

Формулу (2) называют *формулой Бернулли*<sup>10</sup>.

Для ответа на вопрос 2 введём событие  $D_n^{k_1, k_2}$  – событие  $A$  произойдёт в  $n$  опытах не менее  $k_1$  раз и не более  $k_2$  раз. Это событие представляется в виде суммы попарно несовместных событий (смотри рис.1):  $D_n^{k_1, k_2} = \sum_{k=k_1}^{k_2} B_n^k$ . Получаем:  $P_n(k_1, k_2) = P(D_n^{k_1, k_2}) = P(\sum_{k=k_1}^{k_2} B_n^k) = \sum_{k=k_1}^{k_2} P(B_n^k) = \sum_{k=k_1}^{k_2} P_n(k)$ . Ответ на вопрос 2 готов:

$$P_n(k_1, k_2) = \sum_{k=k_1}^{k_2} P_n(k), \quad (3)$$

где каждое слагаемое вычисляется по формуле (2).

Следствие из формул (3) и (1):  $P_n(0, n) = \sum_{k=0}^n P_n(k) = 1$ .

**Пример 1.** В некотором водоёме карпы составляют 80% всех рыб. Найти вероятность того, что из 5 выловленных рыб карпов окажется: 1) 4, 2) не менее 4, 3) менее 4.

**Решение.** В данной задаче центральное событие  $A$  – выловленная рыба является карпом,  $P(A) = p = 0,8$ ,  $P(\bar{A}) = 1 - p = q = 0,2$ . Число опытов  $n = 5$ .

1) Здесь  $k = 4$ ;  $P_5(4) = C_5^4 \cdot 0,8^4 \cdot 0,2^{5-4} = \frac{5!}{4! \cdot 1!} \cdot 0,4096 \cdot 0,2 = 0,4096$ .

2) Здесь  $k_1 = 4, k_2 = 5$ ;  $P_5(4,5) = P_5(4) + P_5(5)$ ;  $P_5(4) = C_5^4 \cdot 0,8^4 \cdot 0,2^{5-4} = \frac{5!}{5! \cdot 0!} \cdot 0,32768 \cdot 1 = 0,32768$ ;  $P_5(4,5) = 0,4096 + 0,32768 = 0,73728$ .

3) Здесь  $k_1 = 0, k_2 = 3$ ;  $P_5(0,3) = P_5(0) + P_5(1) + P_5(2) + P_5(3)$ . Однако задача решается короче через противоположное событие:

$$P_5(0,3) = 1 - P_5(4,5) = 1 - 0,73728 = 0,26272.$$

**Ответ:** 1) 0,4096, 2) 0,73728, 3) 0,26272.

<sup>10</sup> Бернулли, Якоб (1655-1705) – швейцарский математик, один из создателей теории вероятностей и математического анализа, представитель математической династии Бернулли. Формула Бернулли была опубликована в 1713 году в монографии «Искусство предположений», подготовленной Якобом Бернулли и напечатанной после его смерти братом Николаем Бернулли.

Если число опытов  $n$  велико, то расчёты по формулам (2) и (3) имеют принципиальные вычислительные сложности. Однако эти сложности были преодолены Муавром<sup>11</sup> и Лапласом<sup>12</sup>. Были получены асимптотические формулы Муавра – Лапласа, точность которых улучшается с увеличением  $n$  и которые нельзя применять для  $n$  порядка нескольких единиц. Приведём эти формулы без обоснования, а некоторое обоснование будет дано в §100.

Локальная формула Муавра – Лапласа:

$$P_n(k) \approx \frac{1}{\sqrt{npq}} \varphi\left(\frac{k-np}{\sqrt{npq}}\right), \quad (4)$$

где  $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$  – плотность нормального нормированного распределения, значения  $\varphi(x)$  даны в Приложении 1 для  $0 \leq x \leq 3,9$ , при этом  $\varphi(-x) = \varphi(x)$ .

Обоснование формулы (4) осуществляется с помощью так называемой формулы Стирлинга из математического анализа.

Интегральная формула Муавра – Лапласа:

$$P_n(k_1, k_2) \approx \Phi\left(\frac{k_2-np}{\sqrt{npq}}\right) - \Phi\left(\frac{k_1-np}{\sqrt{npq}}\right), \quad (5)$$

где  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz$  – не элементарная функция Лапласа, значения которой даны в Приложении 2 для  $0 \leq x \leq 5$ , при этом  $\Phi(-x) = -\Phi(x)$ .

**Пример 2.** В некотором водоёме карпы составляют 80% всех рыб. Найти вероятность того, что из 400 выловленных рыб карпов окажется: 1) 300, 2) не менее 300 и не более 340.

**Решение.** В данной задаче центральное событие  $A$  – выловленная рыба является карпом,  $P(A) = p = 0,8$ ,  $P(\bar{A}) = 1 - p = q = 0,2$ . Число опытов  $n = 400$ .

1) Здесь  $k = 300$ . Применим локальную формулу Муавра – Лапласа (4):

$$\begin{aligned} P_{400}(300) &\approx \frac{1}{\sqrt{400 \cdot 0,8 \cdot 0,2}} \varphi\left(\frac{300-400 \cdot 0,8}{\sqrt{400 \cdot 0,8 \cdot 0,2}}\right) = \frac{1}{8} \varphi\left(\frac{-20}{8}\right) = \\ &= \frac{1}{8} \varphi(2,5) = \frac{1}{8} \cdot 0,0175 = 0,0021875. \end{aligned}$$

Значение функции  $\varphi(2,5)$  нашли из Приложения 1. Вероятность 1 в формуле (1) распределяется на много случаев, поэтому вероятность принять конкретное значение мала при больших значениях  $n$ .

2) Здесь  $k_1 = 300, k_2 = 340$ . Применим интегральную формулу Муавра – Лапласа (5):

$$\begin{aligned} P_{400}(300,340) &\approx \Phi\left(\frac{340-400 \cdot 0,8}{\sqrt{400 \cdot 0,8 \cdot 0,2}}\right) - \Phi\left(\frac{300-400 \cdot 0,8}{\sqrt{400 \cdot 0,8 \cdot 0,2}}\right) = \Phi\left(\frac{20}{8}\right) - \Phi\left(\frac{-20}{8}\right) = \\ &\Phi(2,5) + \Phi(2,5) = 2 \cdot \Phi(2,5) = 2 \cdot 0,4938 = 0,9876. \end{aligned}$$

Здесь воспользовались нечётностью функции Лапласа, значение функции  $\Phi(2,5)$  нашли из Приложения 2.

**Ответ:** 1) 0,0021875, 2) 0,9876.

<sup>11</sup> Муавр, Абрахам де (1667-1754) – английский математик французского происхождения.

<sup>12</sup> Лаплас, Пьер Симон (1749-1827) – французский математик, механик, физик и астроном.

Оказалось, что формулы Муавра – Лапласа дают увеличение погрешности с уменьшением вероятности  $p$ , и Пуассон<sup>13</sup> получил более точную асимптотическую формулу, чем формула (4), при условии, что число  $\lambda = np$  имеет порядок единицы и менее единицы или нескольких единиц:

$$P_n(k) \approx \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}. \quad (6)$$

Формула Пуассона (6) будет обоснована в §104. В формуле Пуассона вероятность центрального события  $p$  мала, поэтому событие происходит редко. Значения правой части формулы (6) даны в Приложении 3.

**Пример 3.** Завод отправил на базу 10000 стандартных изделий. Среднее число изделий, повреждаемых при транспортировке, составляет 0,02%. Найти вероятность того, что при транспортировке будет повреждено: 1) 3 изделия, 2) не более 3 изделий, 3) более 3 изделий.

**Решение.** Здесь центральное событие  $A$  – стандартное изделие будет повреждено при транспортировке,  $P(A) = p = 0,02\% = 0,0002$ . Событие является маловероятным. Число изделий  $n = 10000$ ,  $\lambda = np = 10000 \cdot 0,0002 = 2$ .

1) Здесь  $k = 3$ . По формуле Пуассона получаем:

$$P_{10000}(3) \approx \frac{2^3 \cdot e^{-2}}{3!} = 0,1804.$$

Вычисление можно осуществить на калькуляторе либо воспользоваться Приложением 3 при  $\lambda = 2, k = 3$ .

2) Здесь  $k_1 = 0, k_2 = 3$ . Используя Приложение 3 при  $\lambda = 2, k = 0, 1, 2, 3$ , получаем:  $P_{10000}(0,3) = P_{10000}(0) + P_{10000}(1) + P_{10000}(2) + P_{10000}(3) \approx 0,1353 + 0,2707 + 0,2707 + 0,1804 = 0,8571$ .

3) Здесь  $k_1 = 4, k_2 = 10000$ . Вычисляем через вероятность противоположного события:  $P_{10000}(4,10000) = 1 - P_{10000}(0,3) \approx 1 - 0,8571 = 0,1429$ .

**Ответ:** 1) 0,1804, 2) 0,8571, 3) 0,1429.

Приложение 3 составлено для распределения Пуассона, которое будет изучаться в параграфе 12.17. Также оно применимо для потока однотипных случайных событий, происходящих за некоторый промежуток времени, при этом  $\lambda$  – среднее число наступлений таких событий за данное время,  $X$  – случайное число наступлений событий. Формула (6) заменяется формулой

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}. \quad (7)$$

**Пример 4.** Среднее число автомобилей, подъезжающих к АЗС в течение часа, равно 18. Найти вероятность того, что в течение 10 минут к АЗС подъедут 4 автомобиля.

**Решение.** Найдём среднее число автомобилей, подъезжающих к АЗС в течение 10 минут:  $\lambda = \frac{10}{60} \cdot 18 = 3$ . Применяем формулу (7) при  $\lambda = 3, k = 4$ :

$$P(X = 4) = \frac{3^4 e^{-3}}{4!} = 0,1680.$$

**Ответ:** 0,1680.

<sup>13</sup> Пуассон, Симеон Дени (1781-1840) – французский математик, механик и физик.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ПОВТОРНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ИСПЫТАНИЯ»

### Вариант №1

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,8$ .      1)  $n=5$ :            а)  $m=4$ ;            б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=400$ :           а)  $m=330$ ;        б)  $m_1=300, m_2=350$ .

**Задание 7.** Среднее число вызовов поступающих на АТС в 1 минуту, равно двум. Найти вероятность того, что за 2 минуты поступит: а) 5 вызовов; б) не менее 5 вызовов; в) более 5 вызовов.

### Вариант №2

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,9$ .      1)  $n=6$ :            а)  $m=4$ ;            б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=400$ :           а)  $m=350$ ;        б)  $m_1=340, m_2=370$ .

**Задание 7.** Среднее число заявок, поступающих на предприятие бытового обслуживания за 1 час, равно 2. Найти вероятность того, что за 2 часа поступит: а) 6 заявок; б) не менее 10 и не более 12 заявок; в) не менее 10 заявок.

### Вариант №3

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,75$ .      1)  $n=4$ :            а)  $m=3$ ;            б)  $m_1=3, m_2=4$ .  
                  2)  $n=300$ :           а)  $m=240$ ;        б)  $m_1=200, m_2=270$ .

**Задание 7.** Среднее число самолётов, прибывающих в аэропорт за 1 час, равно 3. Найти вероятность того, что за 2 часа прибудут: а) 6 самолётов; б) менее 6 самолётов; в) не менее 4 и не более 8 самолётов.

### Вариант №4

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,6$ .      1)  $n=7$ :            а)  $m=5$ ;            б)  $m_1=4, m_2=6$ .  
                  2)  $n=600$ :           а)  $m=375$ ;        б)  $m_1=300, m_2=500$ .

**Задание 7.** Вероятность изготовления на автоматическом станке стандартной детали равна 0,8. Найти вероятность появления не более 3-х бракованных деталей среди 5 отобранных.

### Вариант №5

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,64$ .      1)  $n=4$ :            а)  $m=2$ ;            б)  $m_1=2, m_2=4$ .  
                  2)  $n=625$ :           а)  $m=370$ ;        б)  $m_1=400, m_2=500$ .

**Задание 7.** Всхожесть семян данного сорта растений оценивается вероятностью  $p=3/4$ . Посеяно 6 семян. Найти вероятность того, что будет: а) пять всходов; б) не менее пяти всходов.

### Вариант №6

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,75$ .      1)  $n=5$ :            а)  $m=4$ ;            б)  $m_1=3, m_2=4$ .  
                  2)  $n=192$ :           а)  $m=150$ ;        б)  $m_1=144, m_2=170$ .

**Задание 7.** В среднем пятая часть поступающих в продажу автомобилей некомплектна. Найти вероятность того, что среди десяти автомобилей имеют некомплектность: а) три автомобиля; б) менее трёх.

### Вариант №7

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,8$ .      1)  $n=8$ :            а)  $m=4$ ;            б)  $m_1=4, m_2=6$ .  
                  2)  $n=225$ :           а)  $m=165$ ;        б)  $m_1=160, m_2=200$ .

**Задание 7.** На факультете насчитывается 1825 студентов. Какова вероятность того, что 1 сентября является днем рождения одновременно четырех студентов факультета?

#### Вариант №8

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,9$ .      1)  $n=7$ :            а)  $m=3$ ;            б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=100$ :           а)  $m=96$ ;        б)  $m_1=70, m_2=90$ .

**Задание 7.** В некоторой местности из каждых 100 семей 80 имеют холодильники. Найти вероятность того, что из случайно выбранных 400 семей 300 имеют холодильники.

#### Вариант №9

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,6$ .      1)  $n=5$ :            а)  $m=5$ ;            б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=150$ :           а)  $m=75$ ;        б)  $m_1=70, m_2=100$ .

**Задание 7.** В среднем 20 % пакетов акций на аукционах продаются по первоначально заявленной цене. Найти вероятность того, что из 9 пакетов акций в результате торгов по первоначально заявленной цене: 1) не будут проданы 5 пакетов; 2) будет продано менее 2 пакетов.

#### Вариант №10

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,8$ .      1)  $n=6$ :            а)  $m=6$ ;            б)  $m_1=4, m_2=6$ .  
                  2)  $n=625$ :           а)  $m=510$ ;        б)  $m_1=500, m_2=600$ .

**Задание 7.** В среднем 20 % пакетов акций на аукционах продаются по первоначально заявленной цене. Найти вероятность того, что из 9 пакетов акций в результате торгов по первоначально заявленной цене: будет продано а) не более 2 пакетов, б) хотя бы 2 пакета.

#### Вариант №11

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,8$ .      1)  $n=6$ :            а)  $m=4$ ;            б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=400$ :           а)  $m=340$ ;        б)  $m_1=300, m_2=330$ .

**Задание 7.** Завод отправил на базу 10000 стандартных изделий. Среднее число изделий, повреждаемых при транспортировке, составляет 0,02%. Найти вероятность того, что из 10000 изделий: 1) будет повреждено 3; 2) не будет повреждено хотя бы 9997.

#### Вариант №12

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,9$ .      1)  $n=5$ :            а)  $m=4$ ;            б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=400$ :           а)  $m=355$ ;        б)  $m_1=340, m_2=380$ .

**Задание 7.** Производится 10 независимых выстрелов по цели, вероятность попадания в которую при одном выстреле равна 0,2. Найти вероятность того, что число попаданий будет не меньше 2 и не больше 4.

#### Вариант №13

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,75$ .      1)  $n=5$ :            а)  $m=3$ ;            б)  $m_1=3, m_2=4$ .  
                  2)  $n=300$ :           а)  $m=250$ ;        б)  $m_1=200, m_2=270$ .

**Задание 7.** Рабочий обслуживает 8 однотипных станков. Вероятность того, что станок потребует к себе внимания рабочего в течение промежутка времени  $\tau$ , равна  $1/3$ . Найти вероятность того, что за время  $\tau$  внимания рабочего потребуют не менее трёх и не более шести станков.

#### Вариант №14

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,6$ .      1)  $n=6$ :      а)  $m=5$ ;      б)  $m_1=4, m_2=6$ .  
2)  $n=600$ :      а)  $m=370$ ;      б)  $m_1=300, m_2=400$ .

**Задание 7.** Батарея дала 10 выстрелов по объекту, вероятность попадания в который при одном выстреле равна  $0,2$ . Найти вероятность разрушения объекта, если для его разрушения требуется не менее 4 попаданий.

#### Вариант №15

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,64$ .      1)  $n=5$ :      а)  $m=2$ ;      б)  $m_1=2, m_2=4$ .  
2)  $n=625$ :      а)  $m=380$ ;      б)  $m_1=390, m_2=500$ .

**Задание 7.** Завод отправил на базу 10000 стандартных изделий. Среднее число изделий, повреждаемых при транспортировке, составляет  $0,02\%$ . Найти вероятность того, что из 10000 изделий: 1) будет повреждено по крайней мере 3 изделия; 2) не будет повреждено 9997 изделий.

#### Вариант №16

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,75$ .      1)  $n=6$ :      а)  $m=4$ ;      б)  $m_1=3, m_2=4$ .  
2)  $n=192$ :      а)  $m=140$ ;      б)  $m_1=136, m_2=170$ .

**Задание 7.** Для стрелка вероятность попасть в «яблочко» при одном выстреле равна  $p=1/4$ . Спортсмен сделал 5 выстрелов. Найти вероятности событий:  $A$ =(хотя бы одно попадание в «яблочко»),  $B$ =(ровно одно попадание в «яблочко»),  $C$ =(ровно два попадания в «яблочко»),  $D$ =(не менее трёх попаданий в «яблочко»).

#### Вариант №17

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,8$ .      1)  $n=6$ :      а)  $m=4$ ;      б)  $m_1=4, m_2=6$ .  
2)  $n=225$ :      а)  $m=160$ ;      б)  $m_1=160, m_2=190$ .

**Задание 7.** Пусть вероятность попадания в движущуюся цель при одном выстреле постоянна и равна  $0,05$ . Сколько необходимо сделать выстрелов для того, чтобы с вероятностью, не меньшей  $0,75$ , иметь хотя бы одно попадание?

#### Вариант №18

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,9$ .      1)  $n=5$ :      а)  $m=3$ ;      б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
2)  $n=100$ :      а)  $m=99$ ;      б)  $m_1=80, m_2=95$ .

**Задание 7.** По результатам проверок налоговыми инспекциями установлено, что в среднем каждое второе малое предприятие региона имеет нарушение финансовой дисциплины. Найти вероятность того, что из 1000 зарегистрированных в регионе малых предприятий имеют нарушения финансовой дисциплины: а) 480 предприятий; б) не менее 480; в) от 480 до 520.

#### Вариант №19

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,6$ .      1)  $n=6$ :      а)  $m=6$ ;      б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
2)  $n=150$ :      а)  $m=84$ ;      б)  $m_1=76, m_2=102$ .

**Задание 7.** Устройство состоит из 8 независимо работающих элементов. Вероятность отказов каждого из элементов за время  $T$  одинакова и равна  $p=0,2$ . Найти вероятность отказа прибора за время  $T$ , если для этого достаточно, чтобы отказали хотя бы три элемента.

#### Вариант №20

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,8$ .      1)  $n=7$ :            а)  $m=6$ ;            б)  $m_1=4, m_2=6$ .  
                  2)  $n=625$ :           а)  $m=510$ ;        б)  $m_1=490, m_2=550$ .

**Задание 7.** Среднее число вызовов такси, поступающих на диспетчерский пункт в 1 минуту, равно трём. Найти вероятность того, что за 2 минуты поступит: а) 4 вызова; б) не менее 4 вызовов; в) менее 4 вызовов.

#### Вариант №21

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,8$ .      1)  $n=5$ :            а)  $m=3$ ;            б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=400$ :           а)  $m=330$ ;        б)  $m_1=310, m_2=350$ .

**Задание 7.** Если в среднем левши составляют 1%, какова вероятность того, что среди 200 человек: а) ровно 4 левши, б) по крайней мере, 4 левши?

#### Вариант №22

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,9$ .      1)  $n=6$ :            а)  $m=5$ ;            б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=400$ :           а)  $m=370$ ;        б)  $m_1=340, m_2=370$ .

**Задание 7.** При испытании легированной стали на содержание углерода вероятность того, что в случайно взятой пробе процент углерода превысит допустимый уровень, равна 0,01. Считая применимым закон Пуассона, вычислить, сколько в среднем необходимо испытать образцов, чтобы с вероятностью 0,95 указанный дефект наблюдался бы по крайней мере 1 раз.

#### Вариант №23

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,75$ .      1)  $n=6$ :            а)  $m=4$ ;            б)  $m_1=4, m_2=6$ .  
                  2)  $n=300$ :           а)  $m=245$ ;        б)  $m_1=200, m_2=270$ .

**Задание 7.** Среднее число вызовов, поступающих на АТС в минуту, равно 120. Найти вероятности следующих событий:  $A$ =(за 2 секунды на АТС не поступит ни одного вызова),  $B$ =(за 2 секунды на АТС поступит менее двух вызовов),  $C$ =(за 1 секунду на АТС поступит хотя бы один вызов).

#### Вариант №24

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,6$ .      1)  $n=5$ :            а)  $m=5$ ;            б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=600$ :           а)  $m=380$ ;        б)  $m_1=320, m_2=410$ .

**Задание 7.** Корректурa в 500 страниц содержит 1300 опечаток. Считая применимым закон Пуассона, найти наиболее вероятное число опечаток на 1 странице текста и вероятность этого числа.

#### Вариант №25

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

- $p=0,64$ .      1)  $n=5$ :            а)  $m=3$ ;            б)  $m_1=2, m_2=4$ .  
                  2)  $n=625$ :           а)  $m=390$ ;        б)  $m_1=390, m_2=430$ .

**Задание 7.** Среднее число кораблей, заходящих в порт за 1 час, равно 1. Найти вероятность того, что за 4 часа в порт зайдут: а) 6 кораблей; б) менее 6 кораблей; в) не менее 6 кораблей.

#### Вариант №26

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,75$ .      1)  $n=4$ :      а)  $m=4$ ;      б)  $m_1=2, m_2=4$ .  
                  2)  $n=192$ :      а)  $m=140$ ;      б)  $m_1=134, m_2=150$ .

**Задание 7.** Аудиторную работу по теории вероятностей с первого раза успешно выполняют 50 % студентов. Найти вероятность того, что из 400 студентов работу успешно выполняют: а) 180 студентов; б) не менее 180 студентов.

#### Вариант №27

Вызванный наудачу студент получил «4». Найти вероятность того, что этот студент – троечник.

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,8$ .      1)  $n=7$ :      а)  $m=4$ ;      б)  $m_1=4, m_2=6$ .  
                  2)  $n=225$ :      а)  $m=168$ ;      б)  $m_1=170, m_2=180$ .

**Задание 7.** Среднее число вызовов, поступающих на станцию скорой помощи в 1 минуту, равно трём. Найти вероятность того, что за 2 минуты поступит: а) 5 вызовов; б) не менее 5 вызовов; в) более 5 вызовов.

#### Вариант №28

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,9$ .      1)  $n=6$ :      а)  $m=5$ ;      б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=100$ :      а)  $m=93$ ;      б)  $m_1=78, m_2=94$ .

**Задание 7.** Вероятность поражения мишени стрелком при одном выстреле равна 0,75. Найти вероятность того, что при 9 выстрелах стрелок поразит мишень 8 раз.

#### Вариант №29

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,6$ .      1)  $n=7$ :      а)  $m=5$ ;      б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=150$ :      а)  $m=75$ ;      б)  $m_1=75, m_2=100$ .

**Задание 7.** Определить вероятность того, что в семье, имеющей 5 детей, будет 3 мальчика и 2 девочки. Вероятности рождения мальчика и девочки считаются одинаковыми.

#### ТИПОВОЙ РАСЧЁТ №1 «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ»

#### Вариант №30

**Задание 6.** Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна  $p$ . Найти вероятность того, что среди  $n$  случайно отобранных деталей первосортных будет  $m$  штук или не менее  $m_1$ , но не более  $m_2$  штук.

$p=0,8$ .      1)  $n=5$ :      а)  $m=5$ ;      б)  $m_1=3, m_2=5$ .  
                  2)  $n=625$ :      а)  $m=510$ ;      б)  $m_1=480, m_2=540$ .

**Задание 7.** Вероятность попадания в цель в биатлоне при одном выстреле равна 0,8. Какова вероятность того, что 9 выстрелов дадут 7 попаданий?

## 12.8. Понятие случайной величины. Закон распределения дискретной случайной величины

Пусть  $\Omega$  – множество исходов некоторого опыта (конечное, бесконечное счётное или бесконечное несчётное), пусть произвольный исход  $\omega \in \Omega$ . Рассмотрим некоторую функцию  $\xi(\omega)$  с действительными числовыми значениями, определённую на множестве исходов  $\Omega$ , т.е.  $D(\xi) = \Omega, E(\xi) \subset R$ . Введём переменную « $X$ » значений данной функции через отношение функциональной зависимости  $X = \xi(\omega)$  и назовём эту переменную *случайной*

величиной  $X$ . Теперь в опыте вместо исхода  $\omega$  мы воспринимаем соответствующее ему действительное число – значение переменной « $X$ ». Далее прежние случайные события  $A, B, C, \dots$  будут переформатированы в терминах случайной величины и переформатированные события уже будут восприниматься как основные события. Так, пусть дано событие  $A = \{\omega | x_1 < \xi(\omega) < x_2\}$ ; оно будет заменено переформатированным событием  $(x_1 < X < x_2)$ , которое читается как «Случайная величина  $X$  приняла (примет) числовое значение больше  $x_1$ , но меньше  $x_2$ » или другим синонимичным предложением. Таким образом, далее нас интересуют события вида  $(x_1 < X < x_2)$ ,  $(X < x)$ ,  $(X \geq x)$ ,  $(X = x)$  и т.п., а также вероятности этих событий.

Случайная величина  $X$  называется *дискретной*, если  $E(\xi)$  – конечное или счётное множество. Случайная величина  $X$  называется *непрерывной*, если  $E(\xi)$  – это числовой промежуток. Рассмотрим примеры случайных величин или группы таких примеров.

1)  $X$  – число мальчиков в семьях с четырьмя детьми,  $E(\xi) = \{0, 1, 2, 3, 4\}$ . Это дискретная СВ (ДСВ).

2)  $X$  – число звонков, поступающих в течении часа на телефонную станцию,  $E(\xi) = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$ . Это ДСВ.

3)  $X$  – рост взрослых мужчин в сантиметрах, это непрерывная случайная величина (НСВ). По имеющейся информации  $E(\xi) = [45; 247]$ .

4) Размеры и веса биологических объектов в определённых единицах измерения – это НСВ, с неопределённой областью значений, которую можно принять за промежуток  $(0; +\infty)$ .

5) Размеры деталей в миллиметрах или микронах – это НСВ, похожие на НСВ из примера 4.

6)  $X$  – технические параметры автомобиля (зазор между тормозными накладками и барабанами колёс, угловой люфт главной или карданной передачи, свободный ход педали тормоза или педали сцепления, прогиб ремня водяного насоса). Это всё НСВ.

В качестве упражнения предлагается придумать по два-три примера ДСВ и НСВ учитывая, что таких примеров бесконечное количество.

*Законом распределения* случайной величины называют такой краткий способ её задания, который позволяет вычислять вероятности всех переформатированных событий для данной СВ.

Пусть дана дискретная случайная величина с областью значений  $E(\xi) = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ . Тогда достаточно задать вероятности  $P(X = x_i) = p_i, i = \overline{1, n}$ . Обычно ДСВ задаётся таблицей основных значений и вероятностей принять их (таблица 1):

Таблица 1 – Закон распределения дискретной случайной величины

$X$	$x_1$	$x_2$	...	$x_n$
$P$	$p_1$	$p_2$	...	$p_n$

При этом должно выполняться равенство  $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$ , т.к. события  $(X = x_1), (X = x_2), \dots, (X = x_n)$  образуют полную группу попарно несовместных событий.

**Пример.** Задать закон распределения ДСВ  $X$  – числа мальчиков в семьях с четырьмя детьми.

**Решение.** Как было отмечено в первом примере случайных величин,  $E(\xi) = \{0,1,2,3,4\}$ . Здесь имеем повторные независимые испытания с центральным событием  $A$  – в семье родился мальчик, для которого  $P(A) = p = 0,5, P(\bar{A}) = 1 - p = q = 0,5$ . Число опытов  $n = 4$ . Вероятности  $P(X = k) = C_4^k \cdot 0,5^k \cdot 0,5^{4-k} = \frac{4!}{k!(4-k)!} \cdot \frac{1}{16}$ . Например,  $P(X = 3) = \frac{4!}{3!(4-3)!} \cdot \frac{1}{16} = \frac{4}{16}$ . Находя вероятности остальных основных событий, получаем закон в таблице 2.

Таблица 2 – Закон распределения ДСВ  $X$  – числа мальчиков в семьях с четырьмя детьми

$X$	0	1	2	3	4
$P$	$\frac{1}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{1}{16}$

При этом  $\frac{1}{16} + \frac{4}{16} + \frac{6}{16} + \frac{4}{16} + \frac{1}{16} = \frac{16}{16} = 1$ .

График закона распределения по таблице 2 представлен на рис.1, где точки, обозначенные квадратиками, для удобства восприятия соединены отрезками.

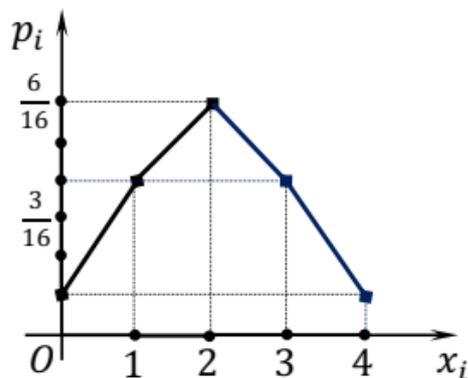


Рис.1. График закона распределения ДСВ  $X$  – числа мальчиков в семьях с четырьмя детьми.

По недоразумению в учебной литературе график закона распределения ДСВ называют «многоугольником» распределения, хотя многоугольник здесь не наблюдается.

Пользуясь таблицей 2, мы можем вычислить вероятность любого переформатированного события. Например,

$$P(X < 2) = P(X = 0 \text{ или } X = 1) = P(X = 0) + P(X = 1) = \frac{1}{16} + \frac{4}{16} = \frac{5}{16}.$$

## 12.9. Функция распределения случайной величины и её свойства

Универсальным законом распределения НСВ и ДСВ является *функция распределения вероятности* случайной величины:

$$F(x) = P(X < x). \quad (1)$$

Исходя из определения (1), укажем основные свойства функции  $F(x)$ .

1)  $D(F) = (-\infty; +\infty) \cup \{-\infty, +\infty\} = R^*$ .

2)  $E(F) = [0; 1]$  как значение вероятности события.

3)  $F(-\infty) = P(X < -\infty) = P(\emptyset) = 0, F(+\infty) = P(X < +\infty) = P(\Omega) = 1$ .

4) Если  $x_1 < x_2$ , то  $F(x_2) = F(x_1) + P(x_1 \leq X < x_2)$  и  $P(x_1 \leq X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$ .

**Доказательство.**  $F(x_2) = P(X < x_2) = P(X < x_1 \text{ или } x_1 \leq X < x_2) = P(X < x_1) + P(x_1 \leq X < x_2) = F(x_1) + P(x_1 \leq X < x_2)$ . Первая формула доказана, а вторая из неё непосредственно следует.

формула доказана, а вторая из неё непосредственно следует.

5) Функция  $F(x)$  не убывает, т.е. если  $x_1 < x_2$ , то  $F(x_1) \leq F(x_2)$ . Это следует из первой формулы свойства 4 и аксиомы вероятности  $P(x_1 \leq X < x_2) \geq 0$ .

6) Пусть  $X$  – непрерывная СВ и функция  $F(x)$  непрерывна. Тогда  $P(X = x) = 0, P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$ .

**Доказательство.** Во второй формуле свойства 4 положим, что  $x_1 = x, \Delta x > 0, x_2 = x + \Delta x$ :  $P(x \leq X < x + \Delta x) = F(x + \Delta x) - F(x)$ . Переходя в последнем равенстве к пределу при  $\Delta x \rightarrow +0$ , получаем, пользуясь непрерывностью функции  $F(x)$ , что  $P(X = x) = 0$ . Далее, учитывая, что  $P(X = x_1) = 0$ , из формулы 2 свойства 4 получаем, что  $P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$ .

Изобразим график функциональной зависимости  $y = F(x)$  распределения вероятности СВ в трёх характерных случаях на рисунках 1, 2, 3.

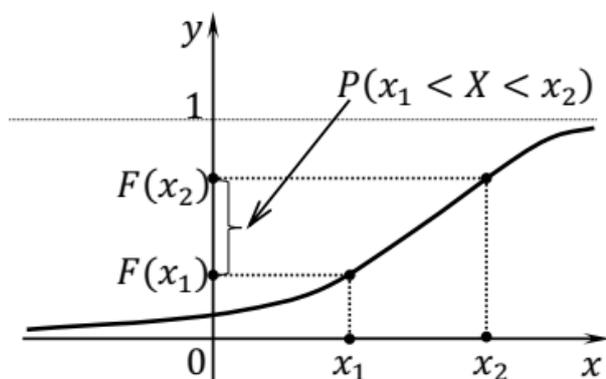


Рис.1. График функциональной зависимости  $y = F(x)$  для НСВ  $X$ , принимающей любые действительные значения. При этом вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1; x_2)$  находится по формуле:  $P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$ .

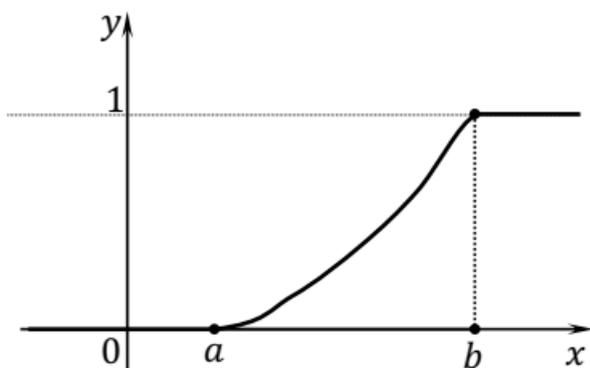


Рис.2. График функциональной зависимости  $y = F(x)$  для НСВ  $X$ , принимающей любые действительные значения только на отрезке  $[a; b]$ . При этом  $F(x) = 0$  при  $x \leq a$ ,  $F(x) = 1$  при  $x \geq b$ .

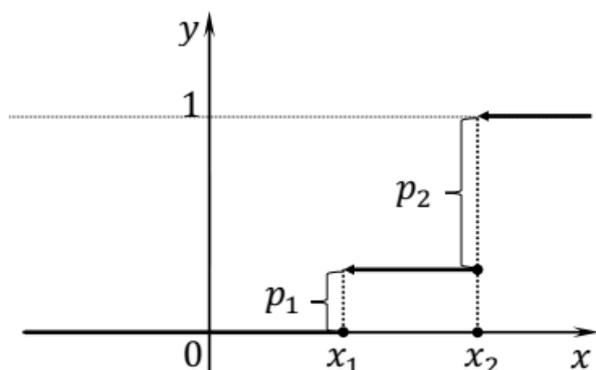


Рис.3. Ступенчатый график функциональной зависимости  $y = F(x)$  для ДСВ  $X$ , принимающей два действительных значения  $x_1, x_2$  с вероятностями соответственно  $p_1, p_2$ .

### 12.10. Плотность распределения вероятности случайной величины и её свойства

Пусть НСВ  $X$  задана функцией распределения вероятности  $F(x)$  и пусть функция  $F(x)$  не только непрерывна, но и дифференцируема, за исключением, быть может, отдельных точек. Тогда производная

$$f(x) = F'(x) \quad (1)$$

называется *плотностью распределения вероятности* НСВ  $X$ .

Рассмотрим свойства функции  $f(x)$ , опираясь на её связь с функцией  $F(x)$  по формуле (1).

1)  $D(f) = (-\infty; +\infty) \cup \{-\infty, +\infty\} = R^*$  при возможном наличии конечного числа точек разрыва первого рода (могут быть и точки разрыва второго рода).

2)  $f(x) \geq 0$  как производная неубывающей функции  $F(x)$ .

3) Функции  $f(x)$  и  $F(x)$  связаны формулой Ньютона – Лейбница:

$$\int_{x_1}^{x_2} f(x) dx = F(x_2) - F(x_1). \quad (1)$$

4)  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1$ .

Доказательство:  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = F(+\infty) - F(-\infty) = 1 - 0 = 1$ .

5)  $f(\pm\infty) = 0$  как необходимое условие сходимости несобственного интеграла в пункте 4.

6)  $P(x_1 < X < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$  как следствие формулы (1) и свойства 6 функции  $F(x)$  (смотри рис.1).

7)  $F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt$  – восстановление функции распределения вероятности по плотности распределения вероятности.

Доказательство:  $\int_{-\infty}^x f(t) dt = F(x) - F(-\infty) = F(x) - 0 = F(x)$ .

На рис.1 изображён график функциональной зависимости  $y = f(x)$  для НСВ  $X$ , принимающей любые действительные значения. На рис.2 изображён график функциональной зависимости  $y = f(x)$  для НСВ  $X$ , принимающей любые действительные значения только на отрезке  $[a; b]$ . Концы отрезка могут быть точками разрыва первого или даже второго рода (при условии сходимости несобственного интеграла  $\int_{a+0}^{b-0} f(x) dx = 1$ ).

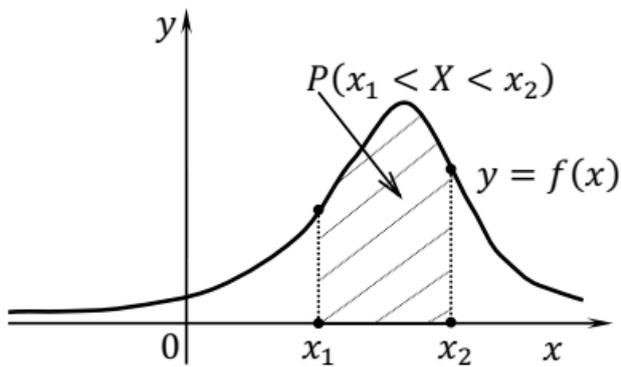


Рис.1. График функциональной зависимости  $y = f(x)$  для НСВ  $X$ , принимающей любые действительные значения. Вероятность  $P(x_1 < X < x_2)$  попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1; x_2)$  равна площади заштрихованной фигуры.

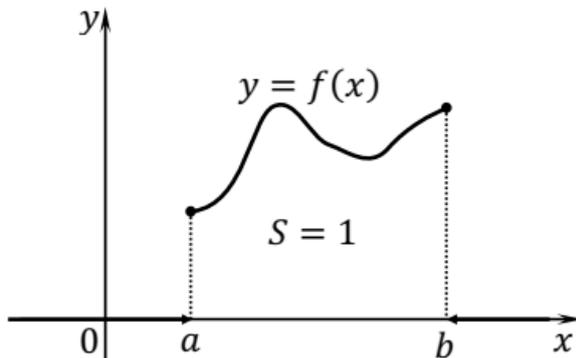


Рис.2. График функциональной зависимости  $y = f(x)$  для НСВ  $X$ , принимающей любые действительные значения только на отрезке  $[a; b]$ . Концы отрезка могут быть точками разрыва первого или второго рода. Площадь  $S$  под графиком на отрезке  $[a; b]$  равна 1.

Итак, функции  $F(x)$  и  $f(x)$  являются взаимосвязанными и взаимодополняющими функциями, с помощью которых задаётся закон распределения непрерывной случайной величины. Конкретный вид таких функций будет рассмотрен в параграфах 12.13-15.

### 12.11. Математическое ожидание случайной величины и его свойства

Со случайной величиной  $X$  ассоциируется также её среднее значение. Если  $X$  – это урожайность некоторой культуры на различных участках, то говорят также о средней урожайности, если  $X$  – это жирность молока коров, то говорят также о средней жирности молока. В ходу такие понятия как средний рост или средний вес человека определённой группы и т.п. Среднее значение случайной величины в теории вероятностей выражается понятием *математического ожидания* случайной величины, которое обозначается как  $MX$  или  $M(X)$ .

Пусть дискретная случайная величина задана таблицей 1.

Таблица 1 – Закон распределения дискретной случайной величины

$X$	$x_1$	$x_2$	...	$x_n$
$P$	$p_1$	$p_2$	...	$p_n$

Математическое ожидание ДСВ вычисляют по формуле:

$$MX = \sum_{i=1}^n x_i p_i. \quad (1)$$

Пусть непрерывная случайная величина задана плотностью распределения вероятности  $f(x)$ . Её математическое ожидание вычисляют по аналогу формулы (1), заменяя суммирование интегрированием и вероятность – плотностью распределения вероятности:

$$MX = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx. \quad (2)$$

С помощью формул (1) или (2) несложно обосновать первые четыре свойства математического ожидания.

1) Если  $C$  – постоянная, принимающая это значение с вероятностью 1, то  $MC = C$ .

2) Если  $k$  – постоянная, то  $M(kX) = k \cdot MX$ .

3) Если  $k, b$  – постоянные, то  $M(kX + b) = k \cdot MX + b$ .

4) Пусть случайная величина  $Y$  и случайная величина  $X$  связаны функциональной зависимостью  $Y = \varphi(X)$ . Тогда математическое ожидание случайной величины  $Y$  может быть найдено по формулам  $MY = M\varphi(X) = \sum_{i=1}^n \varphi(x_i)p_i$  для ДСВ и  $MY = M\varphi(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x)f(x)dx$  для НСВ.

Для получения следующих двух свойств рассмотрим закон совместного распределения двух случайных величин, принимающих по два значения, который дан в таблице 2.

Таблица 2 – закон совместного распределения случайных величин  $X$  и  $Y$ .

	$Y$	$y_1$	$y_2$
$X$			
$x_1$		$p_{11}$	$p_{12}$
$x_2$		$p_{21}$	$p_{22}$

Здесь  $p_{ij} = P(X = x_i, Y = y_j)$ , где запятая означает произведение событий, при этом  $p_{11} + p_{12} + p_{21} + p_{22} = 1$ .

Из закона совместного распределения можно получить закон распределения каждой величины в отдельности.

Таблица 3 – закон распределения случайной величины  $X$ .

$X$	$x_1$	$x_2$
$P$	$p_1 = p_{11} + p_{21}$	$p_2 = p_{12} + p_{22}$

Таблица 4 – закон распределения случайной величины  $Y$ .

$Y$	$y_1$	$y_2$
$P$	$q_1 = p_{11} + p_{21}$	$q_2 = p_{12} + p_{22}$

Также можно получить закон распределения суммы и произведения случайных величин.

Таблица 5 – закон распределения суммы случайных величин  $X + Y$ .

$X + Y$	$x_1 + y_1$	$x_1 + y_2$	$x_2 + y_1$	$x_2 + y_2$
$P$	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{21}$	$p_{22}$

Таблица 6 – закон распределения произведения случайных величин  $X \cdot Y$ .

$X \cdot Y$	$x_1 \cdot y_1$	$x_1 \cdot y_2$	$x_2 \cdot y_1$	$x_2 \cdot y_2$
$P$	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{21}$	$p_{22}$

Найдём математическое ожидание суммы случайных величин:

$$\begin{aligned} M(X + Y) &= (x_1 + y_1)p_{11} + (x_1 + y_2)p_{12} + (x_2 + y_1)p_{21} + (x_2 + y_2)p_{22} = \\ &= x_1(p_{11} + p_{12}) + x_2(p_{21} + p_{22}) + y_1(p_{11} + p_{21}) + y_2(p_{12} + p_{22}) = \\ &= (x_1p_1 + x_2p_2) + (y_1q_1 + y_2q_2) = MX + MY. \end{aligned}$$

Полученная формула имеет общий характер для суммы конечного числа случайных величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . Получаем пятое свойство:

$$5) \boxed{M(X_1 + X_2 + \dots + X_n) = MX_1 + MX_2 + \dots + MX_n}.$$

Случайные величины  $X$  и  $Y$  являются *независимыми*, если  $p_{ij} = P(X = x_i, Y = y_j) = P(X = x_i) \cdot P(Y = y_j) = p_i q_j$ . Найдём математическое ожидание произведения независимых случайных величин  $X$  и  $Y$ :

$$\begin{aligned} M(X \cdot Y) &= x_1 y_1 p_1 q_1 + x_1 y_2 p_1 q_2 + x_2 y_1 p_2 q_1 + x_2 y_2 p_2 q_2 = \\ &= (x_1 p_1 + x_2 p_2) \cdot (y_1 q_1 + y_2 q_2) = MX \cdot MY. \end{aligned}$$

Получаем шестое свойство:

б) Если случайные величины  $X$  и  $Y$  являются независимыми, то

$$\boxed{M(X \cdot Y) = MX \cdot MY}.$$

В качестве первичной меры зависимости случайных величин  $X$  и  $Y$  вводят *корреляционный момент*  $\mu(X, Y) = M(X \cdot Y) - MX \cdot MY$ . Признаком зависимости случайных величин  $X$  и  $Y$  является неравенство  $\mu(X, Y) \neq 0$ .

Для корреляционного момента справедлива вторая формула:

$$\mu(X, Y) = M((X - MX)(Y - MY)).$$

$$\begin{aligned} \text{В самом деле, } \mu(X, Y) &= M((X - MX)(Y - MY)) = \\ &= M(XY - X \cdot MY - MX \cdot Y + MX \cdot MY) = \\ &= M(XY) - MX \cdot MY - MX \cdot MY + MX \cdot MY = M(XY) - MX \cdot MY. \end{aligned}$$

## 12.12. Дисперсия случайной величины и её свойства. Среднеквадратичное отклонение. Коэффициент корреляции

Кроме среднего значения случайной величины представляет интерес среднее отклонение от среднего значения. Но часть отклонений положительна, часть отрицательна, а в среднем получаем  $M(X - MX) = MX - M(MX) = MX - MX = 0$ . Поэтому предварительно находят *дисперсию* случайной величины – математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от её математического ожидания, обозначая эту числовую характеристику как  $DX$  или  $D(X)$ :

$$DX = M(X - MX)^2. \quad (1)$$

Затем извлекают корень из дисперсии и находят среднее отклонение от среднего значения – *среднеквадратичное отклонение*:

$$\sigma(X) = \sqrt{DX}.$$

Пользуясь свойствами математического ожидания, получаем:

$$\begin{aligned} DX &= M(X - MX)^2 = M(X^2 - 2X \cdot MX + (MX)^2) = \\ &= M(X^2) - 2MX \cdot MX + (MX)^2 = M(X^2) - (MX)^2, \end{aligned}$$

откуда имеем вторую формулу для дисперсии:

$$DX = M(X^2) - (MX)^2. \quad (2)$$

Для ДСВ формулы (1) и (2) имеют подробный вид соответственно:

$$DX = \sum_{i=1}^n (x_i - MX)^2 \cdot p_i, DX = \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot p_i - (MX)^2. \quad (3)$$

Для НСВ формулы (1) и (2) имеют подробный вид соответственно:

$$DX = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - MX)^2 \cdot f(x) dx, DX = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \cdot f(x) dx - (MX)^2. \quad (4)$$

Пользуясь формулами (1)-(4), получаем первые три свойства дисперсии:

1)  $DC = 0$ . В самом деле,  $DC = M(C - MC)^2 = M(C - C)^2 = M(0) = 0$ .

2) Если  $k$  – постоянное число, то  $D(kX) = k^2 DX$ .

3) Если  $k, b$  – постоянные числа, то  $D(kX + b) = k^2 DX$ . Докажем более общее свойство 3:

$$\begin{aligned} D(kX + b) &= M((kX + b) - M(kX + b))^2 = \\ &= M(kX + b - kMX - b)^2 = M(k(X - MX))^2 = \\ &= M(k^2(X - MX)^2) = k^2 M(X - MX)^2 = k^2 DX. \end{aligned}$$

Далее находим дисперсию суммы двух случайных величин  $X$  и  $Y$  для получения четвёртого свойства:

$$\begin{aligned} D(X + Y) &= M((X + Y) - M(X + Y))^2 = M((X - MX) + (Y - MY))^2 = \\ &= M((X - MX)^2 + (Y - MY)^2 + 2(X - MX)(Y - MY)) = DX + DY + 2\mu(X, Y). \end{aligned}$$

Итак, имеем четвёртое свойство дисперсии:

4)  $D(X + Y) = DX + DY + 2\mu(X, Y)$ , если случайные величины  $X$  и  $Y$  зависимы. Для независимых СВ  $D(X + Y) = DX + DY$ .

5) Для независимых в совокупности случайных величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$  выполнена универсальная формула:

$$\boxed{D(X_1 + X_2 + \dots + X_n) = DX_1 + DX_2 + \dots + DX_n}.$$

Тесноту связи двух зависимых случайных величин характеризуют с помощью *коэффициента корреляции*:

$$\rho(X, Y) = \frac{\mu(X, Y)}{\sigma(X) \cdot \sigma(Y)} = \frac{M(XY) - MX \cdot MY}{\sigma(X) \cdot \sigma(Y)}. \quad (5)$$

Обоснованы следующие свойства коэффициента корреляции:

1)  $-1 \leq \rho(X, Y) \leq 1$ .

2)  $0 \leq |\rho(X, Y)| \leq 1$  и с приближением к 1 теснота связи случайных величин усиливается.

3)  $|\rho(X, Y)| = 1$ , если и только если  $Y = kX + b$ , где  $k, b$  – постоянные числа.

Примерами зависимых случайных величин являются рост и вес человека, количество внесённых удобрений на единицу площади и урожайность сельскохозяйственной культуры. Примерами независимых случайных величин являются число очков на первой игральной кости и число очков на второй игральной кости, рост мужчин Рязани и уровень воды в Оке.

Рассмотрим примеры расчёта числовых характеристик случайных величин дискретного и непрерывного типа.

**Пример 1.** Рассчитать  $MX, DX, \sigma(X)$  для случайной величины  $X$  – числа мальчиков в семьях с четырьмя детьми.

**Решение.** Восстановим закон распределения данной случайной величины, построенный в §95:

$X$	0	1	2	3	4
$P$	$\frac{1}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{1}{16}$

Найдём математическое ожидание числа мальчиков:

$$MX = 0 \cdot \frac{1}{16} + 1 \cdot \frac{4}{16} + 2 \cdot \frac{6}{16} + 3 \cdot \frac{4}{16} + 4 \cdot \frac{1}{16} = \frac{0+4+12+12+4}{16} = \frac{32}{16} = 2 \text{ (мальч.)}$$

Найдём дисперсию числа мальчиков:

$$DX = (0-2)^2 \cdot \frac{1}{16} + (1-2)^2 \cdot \frac{4}{16} + (2-2)^2 \cdot \frac{6}{16} + (3-2)^2 \cdot \frac{4}{16} + (4-2)^2 \cdot \frac{1}{16} = \frac{4+4+0+4+4}{16} = \frac{16}{16} = 1 \text{ (мальч.}^2\text{)}$$

Найдём среднеквадратичное отклонение:

$$\sigma(X) = \sqrt{DX} = \sqrt{1} = 1 \text{ (мальч.)}$$

**Ответ.** Среднее число мальчиков в семьях с четырьмя детьми равно 2, среднее отклонение от этого числа равно 1.

**Пример 2.** Дана дискретная случайная величина:

$X$	-1	0	1	2
$P$	0,3	0,1	0,2	0,4

Вычислить  $MX, DX, \sigma(X)$ . Вычислить также  $MY, DY, \sigma(Y)$  для случайной величины  $Y = -2X + 37$ .

**Решение.**  $MX = -1 \cdot 0,3 + 0 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,4 = 0,7$ .

Дисперсию найдём по формуле  $DX = M(X^2) - (MX)^2$ . При этом

$$M(X^2) = (-1)^2 \cdot 0,3 + 0^2 \cdot 0,1 + 1^2 \cdot 0,2 + 2^2 \cdot 0,4 = 2,1. \text{ Тогда}$$

$$DX = 2,1 - 0,7^2 = 1,61, \sigma(X) = \sqrt{DX} = \sqrt{1,61} \approx 1,27.$$

Пользуясь свойствами математического ожидания и дисперсии, находим

$$MY = M(-2X + 37) = -2MX + 37 = -2 \cdot 0,7 + 37 = 35,6,$$

$$DY = D(-2X + 37) = 4DX = 4 \cdot 1,61 = 6,44,$$

$$\sigma(Y) = \sigma(-2X + 37) = 2\sigma(X) = 2\sqrt{1,61} \approx 2,54.$$

**Ответ.**  $MX = 0,7, DX = 1,61, \sigma(X) \approx 1,27; MY = 35,6, DY = 6,44, \sigma(Y) \approx 2,54$ .

**Пример 3.** Красный светофор горит 30 секунд. Для непрерывной случайной величины  $X$  – времени ожидания пешехода около светофора – найти  $MX, DX, \sigma(X)$ .

**Решение.** Пешеход может с равной возможностью подойти к светофору в любой момент времени промежутка времени  $[0; 30]$  в секундах. Поэтому плотность распределения вероятности будет постоянна на данном промежутке, а чтобы площадь под графиком равнялась 1, следует считать, что

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{30}, & x \in [0; 30], \\ 0, & x \notin [0; 30]. \end{cases}$$

Находим математическое ожидание случайной величины:

$$MX = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx = \int_0^{30} x \cdot \frac{1}{30} dx = \frac{1}{30} \cdot \frac{x^2}{2} \Big|_0^{30} = \frac{1}{30} \cdot \frac{30^2}{2} = 15 \text{ (с)}$$

Дисперсию найдём по формуле  $DX = M(X^2) - (MX)^2$ . При этом

$$M(X^2) = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 f(x)dx = \int_0^{30} x^2 \cdot \frac{1}{30} dx = \frac{1}{30} \cdot \frac{x^3}{3} \Big|_0^{30} = \frac{1}{30} \cdot \frac{30^3}{3} = 300.$$

$$\text{Тогда } DX = M(X^2) - (MX)^2 = 300 - 15^2 = 75 \text{ (с}^2\text{)},$$

$$\sigma(X) = \sqrt{DX} = \sqrt{75} = 8,66 \text{ (с)}.$$

$$\text{Ответ. } MX = 15 \text{ с, } DX = 75 \text{ с}^2, \sigma(X) = 8,66 \text{ с}.$$

**Замечание.** Закон распределения, применённый в примере 3, называется законом равномерного распределения на отрезке  $[0; 30]$ , он будет рассмотрен в 12.15.

Далее рассмотрим конкретные законы распределения случайных величин.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН»

### Вариант №1

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	23	25	28	29	
$P$	0,3	0,2	0,4	0,1;	$Y=3X-2.$

**Задание 9.** В лотерее разыгрываются: автомобиль стоимостью 5000 ден. ед., 4 телевизора стоимостью 250 ден. ед., 5 DVD-плееров стоимостью 200 ден. ед. Всего продаётся 1000 билетов. Составить ряд распределения выигрыша, полученного участником лотереи, купившим один билет. Вычислить математическое ожидание  $M(X)$  для случайной величины  $X$  – выигрыша, полученного участником лотереи, купившим один билет.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{5}x^2 + \frac{4}{5}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{4}, \quad x_2 = \frac{3}{4}.$$

### Вариант №2

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	17	21	25	27	
$P$	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y=-2X+3.$

**Задание 9.** Из 100000 билетов – 2 билета дают выигрыш 50000 руб., 8 билетов 10000 руб., 170 билетов – 1000 руб., 350 билетов – 500 руб., 750 билетов 100 руб. Найти ряд распределения стоимости выигрыша одного билета. Какова "справедливая" цена билета?

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{4}x^2 + \frac{3}{4}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{3}, \quad x_2 = \frac{2}{3}.$$

### Вариант №3

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	24	26	28	30	
$P$	0,2	0,2	0,5	0,1;	$Y=2X-3.$

**Задание 9.** Две игральные кости бросали одновременно один раз. Составить ряд распределения суммы очков. Найти вероятность того, что сумма очков: а) не менее 7; б) не менее 7 и не более 9; в) не менее 12. Найти числовые характеристики суммы очков.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{6}x^2 + \frac{5}{6}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{2}{5}, \quad x_2 = \frac{4}{5}.$$

#### Вариант №4

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	12	16	19	21	
$P$	0,1	0,5	0,3	0,1;	$Y = -2X + 4.$

**Задание 9.** В лотерею на каждые 100 билетов 3 выигрышных: мотоцикл, стоимостью 250 руб., велосипед, стоимостью 50 руб. и часы стоимостью 40 рублей. Найти ряд распределения размера выигрыша для лица, купившего один билет. Какова вероятность выигрыша? Какова справедливая цена одного билета?

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{7}x^2 + \frac{6}{7}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{7}{10}, \quad x_2 = 1.$$

#### Вариант №5

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	25	27	30	32	
$P$	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y = -3X + 5.$

**Задание 9.** Первое орудие 4-х-орудийной батареи пристреляно так, что вероятность попадания равна 0,3, остальным трём орудиям соответствует вероятность попадания 0,2. Батарея произвела залп. Найти ряд распределения числа попаданий и его числовые характеристики.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{8}x^2 + \frac{1}{4}x & \text{при } 0 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x > 2; \end{cases} \quad x_1 = 1, \quad x_2 = \frac{3}{2}.$$

#### Вариант №6

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	30	32	35	40	
$P$	0,1	0,5	0,2	0,2;	$Y = -2X + 6.$

**Задание 9.** Стрелок имеет 4 патрона и стреляет до первого попадания в цель или до полного израсходования патронов. Построить ряд распределения числа израсходованных патронов, если вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,7. Найти числовые характеристики числа израсходованных патронов.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{3}x^2 + \frac{2}{3}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{3}{10}, \quad x_2 = \frac{3}{5}.$$

#### Вариант №7

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	12	14	16	20	
$P$	0,1	0,2	0,5	0,2;	$Y = 2X - 7.$

**Задание 9.** Среди поступающих в ремонт 10 часов 6 штук нуждаются в общей чистке механизма. Часы не рассортированы по виду ремонта. Мастер, желая найти часы, нуждающиеся в общей чистке механизма, рассматривает их поочерёдно и, найдя такие часы, прекращает дальнейший просмотр. Составить ряд распределения числа просмотренных часов. Найти числовые характеристики. Вычислить вероятность того, что придётся осматривать не более 2 часов.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{27}x^2 + \frac{2}{9}x & \text{при } 0 < x \leq 3, \\ 1 & \text{при } x > 3; \end{cases} \quad x_1 = 1, \quad x_2 = \frac{9}{5}.$$

#### Вариант №8

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	21	25	28	31	
$P$	0,1	0,4	0,2	0,3;	$Y = 2X - 8.$

**Задание 9.** Производится последовательное испытание 5 приборов на надёжность. Каждый следующий прибор испытывается в том случае, если предыдущий оказался надёжным. Построить ряд

распределения случайного числа испытанных приборов, если вероятность выдержать испытания для каждого из них равна 0,9. Найти вероятность того, что придётся испытывать не менее 2 и не более 4 приборов. Найти числовые характеристики.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{5}x^2 + \frac{1}{10}x & \text{при } 0 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x > 2; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{2}, \quad x_2 = \frac{3}{2}.$$

#### Вариант №9

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	60	64	67	70	
$P$	0,1	0,3	0,4	0,2;	$Y = -X + 40$ .

**Задание 9.** Из ящика, содержащих 3 годных и 3 бракованных изделия, извлекаются два изделия. Найти закон распределения числа вынутых годных изделий. Какова вероятность того, что число вынутых годных изделий меньше двух? Найти числовые характеристики числа вынутых годных изделий.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{2}{27}x^2 + \frac{1}{9}x & \text{при } 0 < x \leq 3, \\ 1 & \text{при } x > 3; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{2}, \quad x_2 = \frac{5}{2}.$$

#### Вариант №10

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	45	47	50	52	
$P$	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y = 2X - 50$ .

**Задание 9.** Вероятность того, что из яйца выведется петушок, равна 0,6. В инкубатор заложили 5 яиц. Найти ряд распределения числа петушков, которые выведутся из этих 5 яиц. Вычислить вероятность того, что число петушков не меньше 3. Найти числовые характеристики числа петушков.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{6}x^2 + \frac{1}{6}x & \text{при } 0 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x > 2; \end{cases} \quad x_1 = \frac{2}{3}, \quad x_2 = \frac{5}{3}.$$

#### Вариант №11

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	23	25	28	29	
$P$	0,2	0,3	0,4	0,1;	$Y=-3X-2.$

**Задание 9.** В связке имеется 5 различных ключей, из которых только одним можно открыть дверь. Наудачу выбирается ключ и делается попытка открыть им дверь. Ключ, который оказывается не подходящим, больше не используется. Построить ряд распределения числа использованных ключей. Найти вероятность того, что: а) дверь будет открыта вторым ключом; б) будет использовано не меньше 2 ключей. Найти числовые характеристики числа использованных ключей.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ \frac{1}{4}(x+1)^2 & \text{при } -1 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = -\frac{1}{3}, \quad x_2 = \frac{2}{3}.$$

### Вариант №12

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	17	21	25	27	
$P$	0,1	0,4	0,3	0,2;	$Y=-2X-3.$

**Задание 9.** На поле 5 тракторов. Надёжность (т.е. вероятность безотказной работы) каждого равна 0,8. Составить ряд распределения числа тракторов, работающих одновременно. Найти среднее число исправных тракторов. Вычислить вероятность того, что исправных тракторов больше 3.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{9}x^2 + \frac{8}{9}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{3}, \quad x_2 = 1.$$

### Вариант №13

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	24	26	28	30	
$P$	0,2	0,3	0,3	0,2;	$Y=2X-7.$

**Задание 9.** Выпущено 10000 билетов денежной лотереи. Разыгрывается два выигрыша по 5000 рублей, восемь по 1000 рублей, 170 по 100 рублей, 350 по 50 рублей и 750 по 10 рублей. Составить ряд распределения стоимости выигрыша для владельца одного лотерейного билета. Вычислить «справедливую» цену одного билета. Найти вероятность проигрыша.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{2}, \quad x_2 = \frac{3}{4}.$$

### Вариант №14

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	12	16	20	24
$P$	0,1	0,5	0,3	0,1;

$$Y = -2X + 10.$$

**Задание 9.** При бросании трёх игральных костей игрок выигрывает: 1800 руб., если на всех костях выпадает по 6 очков; 140 руб., если на двух костях выпадает по шесть очков; 20 руб., если на одной кости выпадает 6 очков. Построить ряд распределения выигрыша. Какова должна быть ставка за участие в игре, чтобы игра была безобидной? Какова вероятность выиграть?

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{14}x^2 + \frac{5}{14}x & \text{при } 0 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x > 2; \end{cases} \quad x_1 = \frac{2}{3}, \quad x_2 = \frac{5}{3}.$$

### Вариант №15

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	25	27	29	31
$P$	0,2	0,4	0,3	0,1;

$$Y = -3X + 15.$$

**Задание 9.** Игральная кость подбрасывается 2 раза. Найти ряд распределения разности очков. Какова средняя разность очков? Какова вероятность того, что разность очков не превзойдёт 1?

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -2, \\ \frac{1}{9}(x+2)^2 & \text{при } -2 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = -\frac{2}{3}, \quad x_2 = \frac{2}{3}.$$

### Вариант №16

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	30	34	37	40
$P$	0,1	0,5	0,2	0,2;

$$Y = -2X + 26.$$

**Задание 9.** В партии из 6 деталей имеется 4 стандартных. Наудачу отобраны 3 детали. Составить ряд распределения числа стандартных деталей среди отобранных деталей. Найти числовые характеристики. Вычислить вероятность того, что число стандартных деталей не меньше двух.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -2, \\ \frac{1}{16}(x+2)^2 & \text{при } -2 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x > 2; \end{cases} \quad x_1 = -1, \quad x_2 = 1.$$

### Вариант №17

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	12	14	16	18	
$P$	0,1	0,2	0,5	0,2;	$Y=2X-15$ .

**Задание 9.** Устройство состоит из 3-х независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента в одном опыте равна 0,1. Составить ряд распределения числа отказавшихся элементов в одном опыте. Найти математическое ожидание и дисперсию. Вычислить вероятность того, что откажут не менее двух элементов.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -2, \\ \frac{1}{49}(x+2)^2 & \text{при } -2 < x \leq 5, \\ 1 & \text{при } x > 5; \end{cases} \quad x_1 = -1, \quad x_2 = 3.$$

### Вариант №18

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	21	25	29	33	
$P$	0,1	0,4	0,2	0,3;	$Y=2X-19$ .

**Задание 9.** В трёх урнах содержатся белые и чёрные шары. В первой урне – 2 белых и 3 чёрных шара; во второй – 2 белых и 2 чёрных; в третьей – 3 белых и 1 чёрный шар. Из первой урны один шар перекладывают во вторую, из второй после этого – один шар в третью, из третьей – в первую. Построить ряд распределения числа белых шаров в первой урне. Найти числовые характеристики. Вычислить вероятность того, что в первой урне окажется 2 белых шара.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ \frac{1}{9}(x+1)^2 & \text{при } -1 < x \leq 2, \\ 1 & \text{при } x > 2; \end{cases} \quad x_1 = -\frac{1}{2}, \quad x_2 = 1.$$

### Вариант №19

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	60	64	68	72	
$P$	0,1	0,3	0,4	0,2;	$Y = -2X + 40$ .

**Задание 9.** Выпущено 1000 билетов лотереи, причём разыгрываются: один выигрыш в 50 руб., 5 выигрышей по 25 руб., 10 выигрышей по 5 руб. Составить ряд распределения стоимости выигрыша для владельца одного билета. Найти «справедливую» цену одного билета.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ \frac{1}{16}(x+1)^2 & \text{при } -1 < x \leq 3, \\ 1 & \text{при } x > 3; \end{cases} \quad x_1 = -1, \quad x_2 = 2.$$

#### Вариант №20

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	44	47	50	53	
$P$	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y=2X-80$ .

**Задание 9.** Два баскетболиста независимо друг от друга производят по 4 броска мячом в корзину. Вероятности попадания мячом в корзину соответственно равны 0,8 и 0,6. Построить ряды распределения числа попаданий для обоих баскетболистов. Определить вероятность того, что у обоих баскетболистов будет равное количество попаданий.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ \frac{1}{25}(x+1)^2 & \text{при } -1 < x \leq 4, \\ 1 & \text{при } x > 4; \end{cases} \quad x_1 = 1, \quad x_2 = 3.$$

#### Вариант №21

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	23	25	27	29	
$P$	0,3	0,2	0,2	0,3;	$Y=-3X+2$ .

**Задание 9.** Среди поступающих в ремонт 10 часов 6 штук нуждаются в общей чистке механизма. Часы не рассортированы по виду ремонта. Мастер, желая найти часы, нуждающиеся в общей чистке механизма, рассматривает их поочередно, и, найдя такие часы, прекращает дальнейший просмотр. Составить ряд распределения числа просмотренных часов. Найти числовые характеристики. Вычислить вероятность того, что придётся осматривать не более 2 часов.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -2, \\ \frac{1}{25}(x+2)^2 & \text{при } -2 < x \leq 3, \\ 1 & \text{при } x > 3; \end{cases} \quad x_1 = -1, \quad x_2 = 2.$$

#### Вариант №22

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	17	21	25	29	
$P$	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y=-2X+5$ .

**Задание 9.** Мишень вращается вокруг оси  $O$  так быстро, что стрелок не может различить сектора мишени (угол 1=  $\pi$ , угол 2=  $\pi/2$ , угол 3= угол 4=  $\pi/4$ ). Он стреляет наугад. При попадании в первый сектор стрелок выигрывает 1 руб., во второй – проигрывает 2 руб., в третий – выигрывает 3 руб., в четвертый – проигрывает 4 руб., в пятый – выигрывает 5 руб. Для случайной величины, характеризующей размер выигрыша или проигрыша при одном выстреле, построить ряд распределения; найти числовые характеристики, вычислить вероятность выигрыша. Стоит ли участвовать в такой игре?

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ \frac{1}{49}(x+1)^2 & \text{при } -1 < x \leq 6, \\ 1 & \text{при } x > 6; \end{cases} \quad x_1 = 1, \quad x_2 = 4.$$

#### Вариант №23

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	24	26	28	30	
$P$	0,1	0,2	0,5	0,2;	$Y=-2X-3$ .

**Задание 9.** Найти ряд распределения случайной величины  $Y=\sin(\pi X/3)$ , где  $X$  – число очков, выпадающих при бросании игральной кости. Вычислить числовые характеристики случайной величины  $X$  и вероятность того, что случайная величина  $X$  примет неположительное значение.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{2}{3}x^2 + \frac{1}{3}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{5}, \quad x_2 = \frac{3}{5}.$$

#### Вариант №24

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	12	16	19	23	
$P$	0,1	0,4	0,3	0,2;	$Y=-2X+14$ .

**Задание 9.** Игральная кость бросается 2 раза. Составить ряд распределения суммы очков. Какова наиболее вероятная сумма очков? Какова средняя сумма очков?

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{3}{5}x^2 + \frac{2}{5}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{10}, \quad x_2 = \frac{2}{5}.$$

#### Вариант №25

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	24	27	30	33	
$P$	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y=-3X+25.$

**Задание 9.** Имеется 5 семян редкого растения со всхожестью 60%. Семена высеваются по очереди (каждое следующее высевается только в том случае, если предыдущее не взошло). Составить ряд распределения числа использованных семян. Найти вероятность того, что число использованных семян больше 1 и меньше 4. Найти среднее число использованных семян.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{5}{6}x^2 + \frac{1}{6}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{3}{5}, \quad x_2 = 1.$$

#### Вариант №26

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	21	25	28	31	
$P$	0,3	0,4	0,1	0,2;	$Y=2X-8.$

**Задание 9.** Из 28 костей домино случайно выбирается одна. Найти ряд распределения произведения очков на половинках этой кости. Вычислить числовые характеристики и вероятность того, что произведение очков не менее 5 и не более 10.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{3}{7}x^2 + \frac{4}{7}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{10}, \quad x_2 = \frac{7}{10}.$$

#### Вариант №27

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	12	14	16	20	
$P$	0,2	0,3	0,3	0,2;	$Y=2X-27.$

**Задание 9.** Два баскетболиста независимо друг от друга производят по 4 броска мячом в корзину. Вероятности попадания мячом в корзину для них соответственно равны 0,8 и 0,6. Построить ряды распределения числа попаданий для обоих баскетболистов. Определить вероятность того, что: а) у

первого баскетболиста будет 3 попадания, а у второго 2; б) у первого баскетболиста будет на одно попадание больше.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{5}{7}x^2 + \frac{2}{7}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{7}{10}, \quad x_2 = 1.$$

#### Вариант №28

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	20	25	30	35	
$P$	0,1	0,4	0,2	0,3;	$Y=2X-18$ .

**Задание 9.** Из 28 костей домино случайно выбирается одна. Найти ряд распределения суммы очков на половинках этой кости. Вычислить числовые характеристики и вероятность того, что сумма не менее 5 и не более 10.

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{1}{9}x^2 + \frac{8}{9}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{3}{10}, \quad x_2 = \frac{3}{5}.$$

#### Вариант №29

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	50	62	70	76	
$P$	0,1	0,3	0,4	0,2;	$Y=-X+50$ .

**Задание 9.** Игральная кость подбрасывается два раза. Найти ряд распределения суммы очков. Какова средняя сумма очков? Какова вероятность того, что сумма очков не превзойдет 10?

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{5}{9}x^2 + \frac{4}{9}x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad x_1 = \frac{1}{4}, \quad x_2 = \frac{3}{4}.$$

#### Вариант №30

**Задание 8.** Задан закон распределения дискретной случайной величины  $X$  (в первой строке таблицы даны возможные значения  $X$ , а во второй строке указаны вероятности  $P$  этих возможных значений). Найти математические ожидания  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma X$ . Найти также  $MY$ ,  $DY$  и  $\sigma Y$  для случайной величины  $Y=aX+b$ , где  $a, b$  – постоянные.

$X$	45	47	49	51	
$P$	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y=2X-55$ .

**Задание 9.** Из урны с шарами №1, №2, №3, №4, №5 два раза наугад вынимается шар и возвращается в урну. Найти ряд распределения разности номеров. Какова средняя разность номеров? Изменится ли ответ, если первый шар не возвращается в урну? Какова вероятность того, что разность номеров больше (-1) и меньше 3 (рассмотреть оба случая)?

**Задание 10.** Непрерывная случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x)$ . Найти:

- 1) вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$ ;
- 2) плотность распределения вероятности  $f(x)$  случайной величины  $X$ ;
- 3) математическое ожидание  $MX$ , дисперсию  $DX$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  величины  $X$ .

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -2, \\ \frac{1}{4}(x+2)^2 & \text{при } -2 < x \leq 0, \\ 1 & \text{при } x > 0; \end{cases} \quad x_1 = -1, \quad x_2 = 0.$$

## 12.13. Закон нормального распределения. Правило «трёх сигм».

### Понятие о теореме Ляпунова

Случайная величина  $X$  непрерывного типа подчиняется закону нормального распределения  $N(a, \sigma)$  с параметрами  $a, \sigma$ , если её плотность распределения вероятности задаётся функцией

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}.$$

**Теорема.** Пусть СВ  $X$  подчинена закону нормального распределения  $N(a, \sigma)$  с параметрами  $a, \sigma$ . Тогда  $MX = a, DX = \sigma^2$ .

Доказательство теоремы не рассматриваем, оно опирается на интеграл Пуассона  $\int_0^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \sqrt{\frac{\pi}{2}}$ , который доказывается в теории двойных интегралов, и переход к которому осуществляется методом замены переменной в определённом либо несобственном интеграле для математического ожидания и дисперсии.

Таким образом, параметр  $a$  – это математическое ожидание, а параметр  $\sigma$  – это среднее квадратичное отклонение нормальной случайной величины.

Функция  $f(x)$  может быть исследована методами математического анализа, а график функциональной зависимости  $y = f(x)$  имеет колоколообразный вид, симметричный относительно прямой линии  $x = a$  (смотри рис.1), причём  $x = a$  – точка максимума,  $x = a \pm \sigma$  – точки перегиба функции  $f(x)$ .

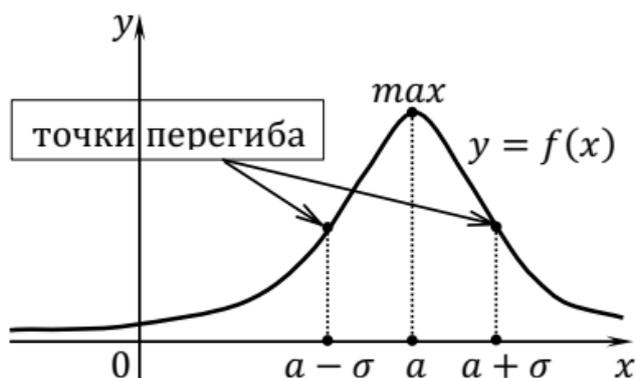


Рис.1. График плотности распределения  $f(x)$  нормальной случайной величины с математическим ожиданием  $a$  и среднее квадратичным отклонением  $\sigma$ .

Нормальная случайная величина с законом  $N(0,1)$  называется *нормированной*, таблица значений плотности распределения вероятности  $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$  дана в Приложении 1.

Закон нормального распределения играет исключительно важную роль в теории вероятностей и занимает среди других законов особое положение. Он наиболее часто встречается в практических приложениях, причину этого мы рассмотрим в этом же параграфе в теореме Ляпунова. Слово «нормальный» здесь означает также «часто встречающийся». Рассмотрим случайные величины, законы распределения которых близки к нормальному, являющемуся для них предельным законом. Вот некоторые группы таких почти нормальных СВ.

1) Размеры и веса биологических объектов: рост, вес человека и животных, высота растений, вес яблок, вес картофелин, диаметр ствола дерева на данной высоте от земли и так далее.

2) Размеры обрабатываемых деталей машин.

3) Технические параметры автомобиля: зазор между тормозными колодками и барабанами колёс, угловой люфт карданной передачи или главной передачи, свободный ход педали тормоза или педали сцепления, прогиб ремня водяного насоса. Можно добавить тормозной путь автомобиля в стандартных условиях.

4) Размеры и веса упаковок товаров

5) Ошибки в физических измерениях.

6) Экономические показатели (валовая продукция, производительность труда, себестоимость продукции, цена товара).

С помощью теоремы Ляпунова будет дано объяснение, почему перечисленные величины подчиняются закону, близкому к нормальному.

А сейчас получим выражение для функции распределения и две практически важных формулы для прикладных задач.

Выразим функцию распределения через плотность распределения и с помощью замены переменной получим выражение функции распределения через функцию Лапласа  $\Phi$ , данную в Приложении 2:

$$\begin{aligned}
 F(x) &= \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}} dt = \left| \begin{array}{l} z = \frac{t-a}{\sigma}, \quad \text{если } t = -\infty, \text{ то } z = -\infty \\ t = \sigma z + a, \quad \text{если } t = x, \text{ то } z = \frac{x-a}{\sigma} \\ dt = \sigma dz, \end{array} \right| = \\
 &= \int_{-\frac{x-a}{\sigma}}^{\frac{x-a}{\sigma}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{z^2}{2}} \sigma dz = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\frac{x-a}{\sigma}}^{\frac{x-a}{\sigma}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^0 e^{-\frac{z^2}{2}} dz + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{x-a}{\sigma}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \\
 &= -\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{-\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz + \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right) = -\Phi(-\infty) + \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right) = \\
 &= \Phi(+\infty) + \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right).
 \end{aligned}$$

Итак, получено, что  $F(x) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)$ .

Учитывая, что  $P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$ , получаем:

$$P(x_1 < X < x_2) = \Phi\left(\frac{x_2-a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{x_1-a}{\sigma}\right). \quad (1)$$

Далее рассчитаем вероятность  $P(|X - a| < \delta)$ , пользуясь формулой (1):

$$P(|X - a| < \delta) = P(a - \delta < X < a + \delta) = \Phi\left(\frac{a + \delta - a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a - \delta - a}{\sigma}\right) = \\ = \Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{-\delta}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right) = 2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right).$$

Получили вторую важную формулу:

$$P(|X - a| < \delta) = 2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right). \quad (2)$$

Положим в формуле (2)  $\delta = 3\sigma$  и воспользуемся Приложением 2:

$$P(|X - a| < 3\sigma) = 2\Phi\left(\frac{3\sigma}{\sigma}\right) = 2\Phi(3) = 2 \cdot 0,49865 = 0,9973.$$

Отсюда получаем «правило трёх сигм»: Для случайной величины  $X$ , подчиняющейся нормальному закону распределения  $N(a, \sigma)$ , попадание в интервал  $(a - 3\sigma; a + 3\sigma)$  является *практически достоверным событием*, которое осуществляется с вероятностью 0,9973.

Соответственно попадание за пределы интервала  $(a - 3\sigma; a + 3\sigma)$  является *практически невозможным событием*, вероятность которого равна 0,0027.

Нормальная случайная величина может принимать любые числовые значения, а случайные величины из приведённых выше шести групп принимают только положительные значения, но такие, что интервал  $(a - 3\sigma; a + 3\sigma)$  остаётся в положительной части числовой прямой. И для этих случайных величин можно допустить наличие отрицательных или очень больших положительных значений. При этом вероятность этого будет явно меньше, чем 0,0027.

Приступим к обоснованию широкого распространения закона нормального распределения. Это обоснование дал Ляпунов<sup>14</sup> в 1901 году, доказав *центральную предельную теорему* теории вероятностей. Для наших целей будет достаточно передать смысл этой теоремы.

*Смысл теоремы Ляпунова:* Если случайная величина  $Y$  представима в виде суммы большого числа независимых или слабо зависимых случайных величин, т.е.  $Y = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ , то при достаточно типичных условиях случайная величина  $Y$  подчиняется закону, близкому к нормальному, т.е. вероятность попадания  $Y$  в заданный интервал вычисляется приближённо по формуле вида (1):

$$P(y_1 < Y < y_2) \approx \Phi\left(\frac{y_2 - MY}{\sqrt{DY}}\right) - \Phi\left(\frac{y_1 - MY}{\sqrt{DY}}\right). \quad (3)$$

Теперь на примерах из групп случайных величин, о которых говорилось, что они подчиняются закону, близкому к нормальному, поясним, что это осуществляется в соответствии с условием теоремы Ляпунова. Рост человека есть сумма длин большого числа костей в вертикальном направлении, поэтому рост человека подчиняется закону, близкому к нормальному. Диаметр ствола дерева складывается из толщин годовых колец, поэтому подчиняется закону, близкому к нормальному. Размер детали есть результат многих операций по снятию стружки, поэтому снова подчиняется закону, близкому к нормальному.

<sup>14</sup> Ляпунов, Александр Михайлович (1857-1918) – академик, русский математик и механик.

**Пример.** Длина тормозного пути грузового автомобиля в стандартных условия есть нормальная случайная величина  $X$  с параметрами  $a = 20$  м и  $\sigma = 2$  м. Найти вероятность того, что тормозной путь автомобиля будет: 1) от 17 до 22 м; 2) по модулю отклоняться от математического ожидания менее, чем на 4 м; 3) менее 22 м (учитывая, что тормозной путь положителен); 4) менее 22 м (допуская отрицательные значения тормозного пути).

**Решение.** Заметим, что в данном примере интервал  $(a - 3\sigma; a + 3\sigma) = (20 - 3 \cdot 2; 20 + 3 \cdot 2) = (14; 26)$  и находится в положительной области значений, т.е. предположение о нормальном законе распределения длины тормозного пути оправдано. Далее дадим ответы по пунктам.

1) Применим формулу (1) и Приложение 2:

$$P(17 < X < 22) = \Phi\left(\frac{22-20}{2}\right) - \Phi\left(\frac{17-20}{2}\right) = \Phi(1) - \Phi(-1,5) = \\ = \Phi(1) + \Phi(1,5) = 0,3413 + 0,4332 = 0,7745.$$

2) Применим формулу (2) и Приложение 2:

$$P(|X - 22| < 4) = 2\Phi\left(\frac{4}{2}\right) = 2\Phi(2) = 2 \cdot 0,4772 = 0,9544.$$

3) Применим формулу (1), предположение о положительности значений длины тормозного пути и Приложение 2:

$$P(X < 22) = P(0 < X < 22) = \Phi\left(\frac{22-20}{2}\right) - \Phi\left(\frac{0-20}{2}\right) = \Phi(1) - \Phi(-10) = \\ = \Phi(1) + \Phi(10) = 0,3413 + 0,5 = 0,8413.$$

4) Применим формулу (1), предположение о возможности отрицательных значений длины тормозного пути и Приложение 2:

$$P(X < 22) = P(-\infty < X < 22) = \Phi\left(\frac{22-20}{2}\right) - \Phi\left(\frac{-\infty-20}{2}\right) = \\ = \Phi(1) - \Phi(-\infty) = \Phi(1) + \Phi(+\infty) = 0,3413 + 0,5 = 0,8413.$$

Таким образом, предположение о возможности отрицательных значений длины тормозного пути не оказало влияния на ответ.

**Ответ.** 1) 0,7745; 2) 0,9544; 3) 0,8413; 4) 0,8413.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ЗАКОН НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ»

### Вариант №1

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – масса яблока в граммах,  $\mu=150$ ,  $\sigma=20$ ;  $x_1=130$ ,  $x_2=160$ ,  $\delta=10$ .

### Вариант №2

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – масса семян (в килограммах), высеваемая на 1 гектаре,  $\mu=200$ ,  $\sigma=10$ ;  $x_1=180$ ,  $x_2=210$ ,  $\delta=20$ .

### Вариант №3

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – вес зерна в граммах,  $\mu=0,2$ ,  $\sigma=0,05$ ;  $x_1=0,1$ ,  $x_2=0,25$ ,  $\delta=0,15$ .

### Вариант №4

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – диаметр стволов деревьев на лесном участке в сантиметрах,  $\mu=20$ ,  $\sigma=5$ ;  $x_1=15$ ,  $x_2=22$ ,  $\delta=5$ .

**Вариант №5**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – рост взрослых мужчин в сантиметрах,  $\mu=175$ ,  $\sigma=10$ ;  $x_1=173$ ,  $x_2=179$ ,  $\delta=20$ .

**Вариант №6**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – количество осадков в мае–августе (мм),  $\mu=80$ ,  $\sigma=7$ ;  $x_1=70$ ,  $x_2=87$ ,  $\delta=14$ .

**Вариант №7**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – товарооборот в млн. рублей совокупности однородных малых предприятий,  $\mu=115$ ,  $\sigma=30$ ;  $x_1=100$ ,  $x_2=120$ ,  $\delta=45$ .

**Вариант №8**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – урожайность пшеницы в центнерах с гектара,  $\mu=25$ ,  $\sigma=2$ ;  $x_1=22$ ,  $x_2=26$ ,  $\delta=6$ .

**Вариант №9**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – производительность труда в специальных единицах на однотипных предприятиях,  $\mu=6$ ,  $\sigma=0,8$ ;  $x_1=5$ ,  $x_2=6,8$ ,  $\delta=2$ .

**Вариант №10**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – диаметр вала турбины в миллиметрах,  $\mu=200$ ,  $\sigma=0,25$ ;  $x_1=199$ ,  $x_2=200$ ,  $\delta=0,75$ .

**Вариант №11**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – масса семян (в килограммах), высеваемая на 1 гектаре,  $\mu=220$ ,  $\sigma=20$ ;  $x_1=190$ ,  $x_2=230$ ,  $\delta=30$ .

**Вариант №12**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – масса семян (в килограммах), высеваемая на 1 гектаре,  $\mu=220$ ,  $\sigma=20$ ;  $x_1=180$ ,  $x_2=230$ ,  $\delta=25$ .

**Вариант №13**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – вес зерна в граммах,  $\mu=0,3$ ,  $\sigma=0,06$ ;  $x_1=0,2$ ,  $x_2=0,35$ ,  $\delta=0,15$ .

**Вариант №14**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – диаметр стволов деревьев на лесном участке в сантиметрах,  $\mu=24$ ,  $\sigma=5$ ;  $x_1=17$ ,  $x_2=25$ ,  $\delta=4$ .

**Вариант №15**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – рост взрослых мужчин в сантиметрах,  $\mu=176$ ,  $\sigma=8$ ;  $x_1=172$ ,  $x_2=179$ ,  $\delta=15$ .

**Вариант №16**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – количество осадков в мае–августе (мм),  $\mu=82$ ,  $\sigma=6$ ;  $x_1=72$ ,  $x_2=87$ ,  $\delta=14$ .

**Вариант №17**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – товарооборот в млн. рублей совокупности однородных малых предприятий,  $\mu=120$ ,  $\sigma=25$ ;  $x_1=100$ ,  $x_2=130$ ,  $\delta=40$ .

**Вариант №18**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – урожайность пшеницы в центнерах с гектара,  $\mu=28$ ,  $\sigma=3$ ;  $x_1=22$ ,  $x_2=29$ ,  $\delta=5$ .

**Вариант №19**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – производительность труда в специальных единицах на однотипных предприятиях,  $\mu=8$ ,  $\sigma=0,8$ ;  $x_1=6$ ,  $x_2=8,8$ ,  $\delta=2$ .

**Вариант №20**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – диаметр вала турбины в миллиметрах,  $\mu=210$ ,  $\sigma=0,25$ ;  $x_1=209$ ,  $x_2=212$ ,  $\delta=0,8$ .

**Вариант №21**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – масса яблока в граммах,  $\mu=140$ ,  $\sigma=20$ ;  $x_1=120$ ,  $x_2=150$ ,  $\delta=10$ .

**Вариант №22**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – масса семян (в килограммах), высеваемая на 1 гектаре,  $\mu=210$ ,  $\sigma=10$ ;  $x_1=190$ ,  $x_2=220$ ,  $\delta=15$ .

**Вариант №23**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – вес зерна в граммах,  $\mu=0,25$ ,  $\sigma=0,05$ ;  $x_1=0,2$ ,  $x_2=0,25$ ,  $\delta=0,1$ .

**Вариант №24**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – диаметр стволов деревьев на лесном участке в сантиметрах,  $\mu=20$ ,  $\sigma=4$ ;  $x_1=16$ ,  $x_2=22$ ,  $\delta=3$ .

**Вариант №25**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .  
 $X$  – рост взрослых мужчин в сантиметрах,  $\mu=174$ ,  $\sigma=6$ ;  $x_1=173$ ,  $x_2=180$ ,  $\delta=10$ .

**Вариант №26**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – количество осадков в мае–августе (мм),  $\mu=84$ ,  $\sigma=5$ ;  $x_1=75$ ,  $x_2=86$ ,  $\delta=13$ .

**Вариант №27**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – товарооборот в млн. рублей совокупности однородных малых предприятий,  $\mu=125$ ,  $\sigma=20$ ;  $x_1=110$ ,  $x_2=130$ ,  $\delta=25$ .

**Вариант №28**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – урожайность пшеницы в центнерах с гектара,  $\mu=28$ ,  $\sigma=4$ ;  $x_1=24$ ,  $x_2=30$ ,  $\delta=6$ .

**Вариант №29**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – производительность труда в специальных единицах на однотипных предприятиях,  $\mu=7$ ,  $\sigma=0,6$ ;  $x_1=5$ ,  $x_2=8$ ,  $\delta=3$ .

**Вариант №30**

**Задание 11.** Нормально распределённая случайная величина  $X$  имеет математическое ожидание  $\mu$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$ . Найти вероятность попадания величины  $X$  в интервал  $(x_1, x_2)$  и вероятность отклонения  $X$  от  $\mu$  по модулю менее чем на  $\delta$ .

$X$  – диаметр вала турбины в миллиметрах,  $\mu=205$ ,  $\sigma=0,5$ ;  $x_1=203$ ,  $x_2=206$ ,  $\delta=0,8$ .

## 12.14. Закон показательного распределения. Функция надёжности

Положительная случайная величина  $X$  непрерывного типа подчиняется *закону показательного распределения* с параметром  $\lambda$ , если её плотность распределения вероятности задаётся функцией

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & \text{если } x \geq 0, \\ 0, & \text{если } x < 0. \end{cases}$$

Функция распределения показательного закона, восстанавливаемая по формуле  $F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt$ , имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda x}, & \text{если } x \geq 0, \\ 0, & \text{если } x < 0. \end{cases}$$

Графики функциональных зависимостей  $y = f(x)$ ,  $y = F(x)$  даны на рис. 1.

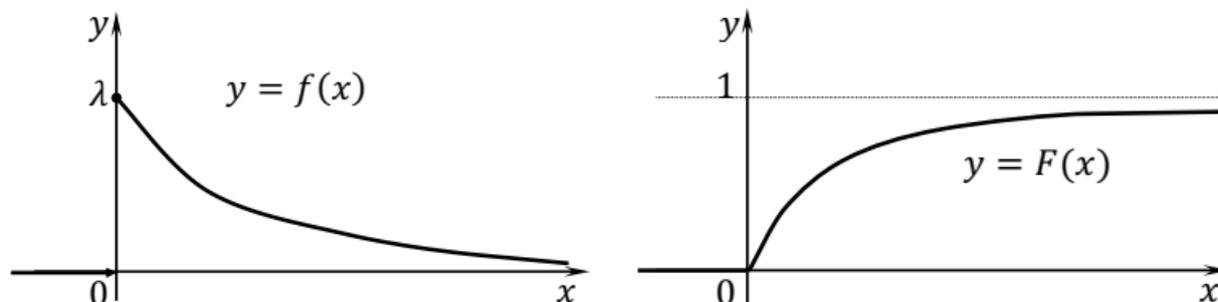


Рис.1. Графики функциональных зависимостей  $y = f(x)$ ,  $y = F(x)$ .

Найдём математическое ожидание случайной величины, подчиняющейся закону показательного распределения:

$$\begin{aligned} MX &= \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx = \int_0^{+\infty} x\lambda e^{-\lambda x} dx = \left| \begin{array}{l} u = x\lambda, \quad dv = e^{-\lambda x} dx \\ du = \lambda dx, \quad v = -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \end{array} \right| = \\ &= \left( x\lambda \left( -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \right) \right) \Big|_0^{+\infty} - \int_0^{+\infty} \left( -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \right) \lambda dx = 0 + \int_0^{+\infty} e^{-\lambda x} dx = \\ &= \left( -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \right) \Big|_0^{+\infty} = \frac{1}{\lambda}. \end{aligned}$$

Аналогично можно найти дисперсию, применяя интегрирование по частям дважды:  $DX = \frac{1}{\lambda^2}$ . Таким образом, имеем числовые характеристики случайной величины, подчиняющейся закону показательного распределения:

$$MX = \frac{1}{\lambda}, DX = \frac{1}{\lambda^2}, \sigma(X) = \frac{1}{\lambda}.$$

Закону показательного распределения подчиняются следующие группы случайных величин:

1) Время безотказной работы технического устройства, при условии, что поломка происходит внезапно.

2) Время обслуживания заявки в системе массового обслуживания (ремонтные мастерские, автозаправочные станции, кассы, парикмахерские и т.п.).

Пусть  $X$  – время безотказной работы технического устройства. Тогда  $MX = \frac{1}{\lambda}$  – среднее время безотказной работы технического устройства и  $\sigma(X) = \frac{1}{\lambda}$  – среднее отклонение от этого времени. При этом  $\lambda$  – интенсивность отказов этого устройства (число отказов в единицу времени).

Функция распределения  $F(x) = P(X < x)$  – это вероятность отказа технического устройства к моменту времени  $x$ . Тогда функция  $R(x) = 1 - F(x)$  – это вероятность безотказной работы устройства к моменту времени  $x$ . Функцию  $R(x)$  называют *функцией надёжности*, она является основной функцией в теории надёжности технических устройств, машин, механизмов.

**Пример.** Срок горения лампы накаливания подчиняется показательному закону. Средний срок горения лампы составляет 900 часов. Найти вероятность того, что лампа прослужит от 900 до 1200 часов.

**Решение.** Пусть  $X$  – срок службы лампы накаливания.

Здесь  $MX = \frac{1}{\lambda} = 900$  ч. Поэтому  $\lambda = \frac{1}{900}$  ч<sup>-1</sup>.

Функция распределения вероятности имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\frac{x}{900}}, & \text{если } x \geq 0, \\ 0, & \text{если } x < 0. \end{cases}$$

Вычисляем вероятность требуемого события:

$$\begin{aligned} P(900 < X < 1200) &= F(1200) - F(900) = \left( 1 - e^{-\frac{1200}{900}} \right) - \left( 1 - e^{-\frac{900}{900}} \right) = \\ &= e^{-1} - e^{-\frac{4}{3}} = 0,367879 - 0,263597 = 0,104282. \end{aligned}$$

**Ответ.** 0,104282.

## 12.15. Закон равномерного распределения на отрезке

Непрерывная случайная величина  $X$  подчинена закону равномерного распределения на отрезке  $[a; b]$ , если она задаётся плотностью распределения вероятности следующего вида:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & x \in [a; b], \\ 0, & x \notin [a; b]. \end{cases}$$

Найдём функцию распределения вероятности:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt = \begin{cases} 0, & x < a, \\ \int_a^x \frac{1}{b-a} dt, & x \in [a; b], \\ \int_a^b \frac{1}{b-a} dt, & x > b, \end{cases} = \begin{cases} 0, & x < a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & x \in [a; b], \\ 1, & x > b. \end{cases}$$

Графики функциональных зависимостей  $y = f(x)$ ,  $y = F(x)$  даны на рис.1.

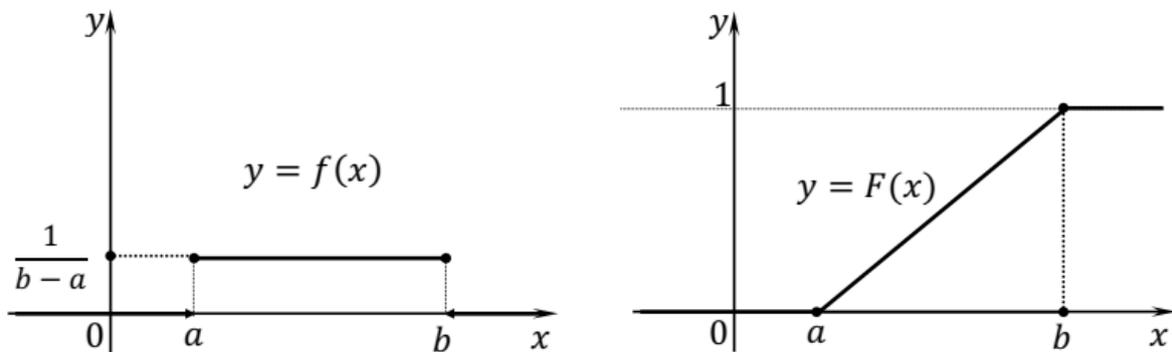


Рис.1. Графики функциональных зависимостей  $y = f(x)$ ,  $y = F(x)$ .

Находим математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение случайной величины  $X$ :

$$MX = \int_a^b \frac{x}{b-a} dx = \frac{x^2}{2(b-a)} \Big|_a^b = \frac{b^2 - a^2}{2(b-a)} = \frac{b+a}{2},$$

$$M(X^2) = \int_a^b \frac{x^2}{b-a} dx = \frac{x^3}{3(b-a)} \Big|_a^b = \frac{b^3 - a^3}{3(b-a)} = \frac{b^2 + ab + a^2}{3},$$

$$DX = M(X^2) - (MX)^2 = \frac{b^2 + ab + a^2}{3} - \frac{b^2 + 2ab + a^2}{4} = \frac{(b-a)^2}{12},$$

$$\sigma(X) = \sqrt{DX} = \frac{(b-a)}{2\sqrt{3}}.$$

Назовём некоторые СВ, которые подчинены закону равномерного распределения на отрезке.

- 1) Время ожидания пешехода около светофора (смотри Пример 3 в 12.12).
- 2) Величина угла остановки волчка (юлы, рулетки) на отрезке  $[0^\circ; 360^\circ]$ .
- 3) Ошибка определения времени на часах с прыгающей минутной стрелкой на отрезке  $[0; 60]$  в секундах.

## 12.16. Закон биномиального распределения

Дискретная случайная величина  $X$  подчинена закону биномиального распределения, если она принимает целые значения  $k = 0, 1, 2, \dots, n$

соответственно с вероятностями  $P_n(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}$ , где  $p = P(A)$ ,  $q = P(\bar{A}) = 1 - p$  и  $A$  – центральное событие в повторных независимых испытаниях.

Здесь сумма всех вероятностей равна 1, т.к. справедливо равенство

$$\sum_{k=0}^n C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k} = (p + q)^n = 1^n = 1,$$

в котором применена формула бинома Ньютона

$$\sum_{k=0}^n C_n^k \cdot x^k \cdot y^{n-k} = (x + y)^n,$$

имеющая место для любых  $x$  и  $y$ . В связи со сказанным распределение названо биномиальным.

Чтобы эффектно найти числовые характеристики случайной величины  $X$ , представим её в виде суммы случайных величин  $X = \sum_{i=1}^n X_i$ , где  $X_i$  – число наступлений события  $A$  в опыте номер  $i$ . Законы распределения  $X_i$  и  $X_i^2$  даны далее в табличной форме:

$X_i$	0	1	$X_i^2$	0	1
$P$	$q$	$p$	$P$	$q$	$p$

Найдём числовые характеристики СВ  $X_i$ :

$$MX_i = 0 \cdot q + 1 \cdot p = p, \quad MX_i^2 = 0 \cdot q + 1 \cdot p = p,$$

$$DX_i = MX_i^2 - (MX_i)^2 = p - p^2 = p(1 - p) = pq.$$

Случайные величины  $X_i$  являются независимыми в совокупности. Далее пользуемся формулами математического ожидания суммы случайных величин и дисперсии суммы независимых случайных величин:

$$MX = M(\sum_{i=1}^n X_i) = \sum_{i=1}^n MX_i = \sum_{i=1}^n p = np,$$

$$DX = D(\sum_{i=1}^n X_i) = \sum_{i=1}^n DX_i = \sum_{i=1}^n pq = npq.$$

Итак, найдены числовые характеристики закона биномиального распределения:  $MX = np$ ,  $DX = npq$ ,  $\sigma(X) = \sqrt{npq}$ .

В соответствии с теоремой Ляпунова, случайная величина  $X$  как сумма большого числа независимых случайных величин имеет распределение, близкое к нормальному, и для неё выполнена формула (3) из §100

$$P(k_1 \leq X \leq k_2) \approx \Phi\left(\frac{k_2 - MX}{\sqrt{DX}}\right) - \Phi\left(\frac{k_1 - MX}{\sqrt{DX}}\right),$$

которая с учётом числовых характеристик случайной величины  $X$  становится локальной формулой Лапласа:

$$P(k_1 \leq X \leq k_2) \approx \Phi\left(\frac{k_2 - np}{\sqrt{npq}}\right) - \Phi\left(\frac{k_1 - np}{\sqrt{npq}}\right).$$

Таким образом, локальная формула Лапласа получила обоснование.

### 12.17. Закон распределения Пуассона

Дискретная случайная величина  $X$  подчинена закону распределения Пуассона с параметром  $\lambda$ , если она принимает целые значения  $k = 0, 1, 2, \dots$  с вероятностями

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \quad (1)$$

которые даны в Приложении 3.

Убедимся, что сумма вероятностей всех данных событий равна 1:

$$\sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = e^{-\lambda} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\lambda^k}{k!} = e^{-\lambda} e^{\lambda} = 1.$$

Здесь мы воспользовались разложением в ряд функции  $e^{\lambda} = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\lambda^k}{k!}$ .

Вычислим математическое ожидание и дисперсию случайной величины  $X$ , распределённой по закону Пуассона, применяя дифференцирование по  $\lambda$ :

$$\begin{aligned} MX &= \sum_{k=0}^{+\infty} k \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \lambda e^{-\lambda} \sum_{k=0}^{+\infty} k \frac{\lambda^{k-1}}{k!} = \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\lambda^k}{k!} = \\ &= \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} e^{\lambda} = \lambda e^{-\lambda} e^{\lambda} = \lambda. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(X^2) &= \sum_{k=0}^{+\infty} k^2 \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \lambda e^{-\lambda} \sum_{k=0}^{+\infty} k^2 \frac{\lambda^{k-1}}{k!} = \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} \left( \sum_{k=0}^{+\infty} k \frac{\lambda^k}{k!} \right) = \\ &= \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} \left( \lambda \sum_{k=1}^{+\infty} k \frac{\lambda^{k-1}}{k!} \right) = \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} \left( \lambda \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{\lambda^{k-1}}{(k-1)!} \right) = \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} (\lambda e^{\lambda}) = \\ &= \lambda e^{-\lambda} (1 + \lambda) e^{\lambda} = \lambda + \lambda^2. \end{aligned}$$

$$DX = M(X^2) - (MX)^2 = \lambda + \lambda^2 - \lambda^2 = \lambda.$$

Итак, найдены числовые характеристики случайной величины  $X$ , распределённой по закону Пуассона:  $MX = \lambda, DX = \lambda, \sigma(X) = \sqrt{\lambda}$ .

Закону Пуассона подчиняется число наступлений одностипных событий в потоке событий, наступающих поодиночке, в течение заданного промежутка времени, например, число звонков, поступающих на телефонную станцию в течение часа, число клиентов, обслуживаемых в системе массового обслуживания при отсутствии очереди. Закону Пуассона подчиняются редкие события, например, число сорняков на некоторой фиксированной площади, число опечаток на каждой странице книги и т.п.

Покажем, биномиальное распределение при больших  $n$  и малых  $p$  асимптотически приближается к распределению Пуассона. Пусть  $\lambda = np$  сохраняет постоянное значение при  $n \rightarrow +\infty$ . Кроме того, воспользуемся вторым замечательным пределом в форме

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \left( 1 + \frac{x}{n} \right)^n = e^x. \quad (2)$$

Тогда при  $p = \frac{\lambda}{n}$  получаем  $q = 1 - \frac{\lambda}{n}$ . Рассмотрим цепь равенств:

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow +\infty} P_n(k) &= \lim_{n \rightarrow +\infty} C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k} = \lim_{n \rightarrow +\infty} \left( \frac{n(n-1) \dots (n-k+1)}{k!} \cdot \frac{\lambda^k}{n^k} \cdot \left( 1 - \frac{\lambda}{n} \right)^{n-k} \right) = \\ &= \frac{\lambda^k}{k!} \lim_{n \rightarrow +\infty} \left( 1 \cdot \left( 1 - \frac{1}{n} \right) \cdot \dots \cdot \left( 1 - \frac{k+1}{n} \right) \cdot \left( 1 - \frac{\lambda}{n} \right)^n \cdot \left( 1 - \frac{\lambda}{n} \right)^{-k} \right) = \\ &= \frac{\lambda^k}{k!} \underbrace{1 \cdot 1 \cdot \dots \cdot 1}_{k \text{ раз}} \cdot \lim_{n \rightarrow +\infty} \left( 1 - \frac{\lambda}{n} \right)^n \cdot \lim_{n \rightarrow +\infty} \left( 1 - \frac{\lambda}{n} \right)^{-k} = \frac{\lambda^k}{k!} \cdot e^{-\lambda} \cdot 1 = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \end{aligned}$$

где в последней строке для первого предела применено равенство (2).

Таким образом, имеет место асимптотическое приближённое равенство при постоянстве  $\lambda = np$  и при  $n \rightarrow +\infty$ :

$$P_n(k) \approx \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}. \quad (3)$$

Равенство (3) есть асимптотическая формула Пуассона, приведённая ранее в §94 без вывода как формула (7). Теперь же дан вывод этой формулы.

Здесь уместно повторить Пример 4 из параграфа 12.7, но уже без номера.

**Пример.** Среднее число автомобилей, подъезжающих к АЗС в течение часа, равно 18. Найти вероятность того, что в течение 10 минут к АЗС подъедут 4 автомобиля.

**Решение.** Найдём среднее число автомобилей, подъезжающих к АЗС в течение 10 минут:  $\lambda = \frac{10}{60} \cdot 18 = 3$ . Применяем формулу (1) при  $\lambda = 3, k = 4$  и Приложение 3:

$$P(X = 4) = \frac{3^4 e^{-3}}{4!} = 0,1680.$$

**Ответ:** 0,1680.

Значения плотности распределения вероятности нормированной нормальной

$$\text{случайной величины: } \varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Примечание:  $\varphi(-x) = \varphi(x)$ .

x	Сотые доли x									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,3989	0,3989	0,3989	0,3988	0,3986	0,3984	0,3982	0,3980	0,3977	0,3973
0,1	3970	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918
0,2	3910	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825
0,3	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3726	3712	3697
0,4	3683	3668	3653	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538
0,5	3521	3503	3485	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352
0,6	3332	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144
0,7	3123	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920
0,8	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685
0,9	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444
1,0	0,2420	0,2396	0,2371	0,2347	0,2323	0,2299	0,2275	0,2251	0,2227	0,2203
1,1	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965
1,2	1942	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736
1,3	1714	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518
1,4	1497	1476	1456	1435	1415	1394	1374	1354	1334	1315
1,5	1295	1276	1257	1238	1219	1200	1182	1163	1145	1127
1,6	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957
1,7	0940	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0804
1,8	0790	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669
1,9	0656	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551
2,0	0,0540	0,0529	0,0519	0,0508	0,0498	0,0488	0,0478	0,0468	0,0459	0,0449
2,1	0440	0431	0422	0413	0404	0396	0387	0379	0371	0363
2,2	0355	0347	0339	0332	0325	0317	0310	0303	0297	0290
2,3	0283	0277	0270	0264	0258	0252	0246	0241	0235	0229
2,4	0224	0219	0213	0208	0203	0198	0194	0189	0184	0180
2,5	0175	0171	0167	0163	0158	0154	0151	0147	0143	0139
2,6	0136	0132	0129	0126	0122	0119	0116	0113	0110	0107
2,7	0104	0101	0099	0096	0093	0091	0088	0086	0084	0081
2,8	0079	0077	0075	0073	0071	0069	0067	0065	0063	0061
2,9	0060	0058	0056	0055	0053	0051	0050	0048	0047	0046
3,0	0,0044	0,0043	0,0042	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036	0,0035	0,0034
3,1	0033	0032	0031	0030	0029	0028	0027	0026	0025	0025
3,2	0024	0023	0022	0022	0021	0020	0020	0019	0018	0018
3,3	0017	0017	0016	0016	0015	0015	0014	0014	0013	0013
3,4	0012	0012	0012	0011	0011	0010	0010	0010	0009	0009
3,5	0009	0008	0008	0008	0008	0007	0007	0007	0007	0006
3,6	0006	0006	0006	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0004
3,7	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0003	0003	0003	0003
3,8	0003	0003	0003	0003	0003	0002	0002	0002	0002	0002
3,9	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0001	0001

Значения функции Лапласа:  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz$

Примечание: функция Лапласа нечётная, т.е.  $\Phi(-x) = -\Phi(x)$ .

$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$
0,00	0,0000	0,40	0,1554	0,80	0,2881	1,20	0,3849
0,01	0,0040	0,41	0,1591	0,81	0,2910	1,21	0,3869
0,02	0,0080	0,42	0,1628	0,82	0,2939	1,22	0,3883
0,03	0,0120	0,43	0,1664	0,83	0,2967	1,23	0,3907
0,04	0,0160	0,44	0,1700	0,84	0,2995	1,24	0,3925
0,05	0,0199	0,45	0,1736	0,85	0,3023	1,25	0,3944
0,06	0,0239	0,46	0,1772	0,86	0,3051	1,26	0,3962
0,07	0,0279	0,47	0,1808	0,87	0,3078	1,27	0,3980
0,08	0,0319	0,48	0,1844	0,88	0,3106	1,28	0,3997
0,09	0,0359	0,49	0,1879	0,89	0,3133	1,29	0,4015
0,10	0,0398	0,50	0,1915	0,90	0,3159	1,30	0,4032
0,11	0,0438	0,51	0,1950	0,91	0,3186	1,31	0,4049
0,12	0,0478	0,52	0,1985	0,92	0,3212	1,32	0,4066
0,13	0,0517	0,53	0,2019	0,93	0,3238	1,33	0,4082
0,14	0,0557	0,54	0,2054	0,94	0,3264	1,34	0,4099
0,15	0,0596	0,55	0,2088	0,95	0,3289	1,35	0,4115
0,16	0,0636	0,56	0,2123	0,96	0,3315	1,36	0,4131
0,17	0,0675	0,57	0,2157	0,97	0,3340	1,37	0,4147
0,18	0,0714	0,58	0,2190	0,98	0,3365	1,38	0,4162
0,19	0,0753	0,59	0,2224	0,99	0,3389	1,39	0,4177
0,20	0,0793	0,60	0,2257	1,00	0,3413	1,40	0,4192
0,21	0,0832	0,61	0,2291	1,01	0,3438	1,41	0,4207
0,22	0,0871	0,62	0,2324	1,02	0,3461	1,42	0,4222
0,23	0,0910	0,63	0,2357	1,03	0,3485	1,43	0,4236
0,24	0,0948	0,64	0,2389	1,04	0,3508	1,44	0,4251
0,25	0,0987	0,65	0,2422	1,05	0,3531	1,45	0,4265
0,26	0,1026	0,66	0,2454	1,06	0,3554	1,46	0,4279
0,27	0,1064	0,67	0,2486	1,07	0,3577	1,47	0,4292
0,28	0,1103	0,68	0,2517	1,08	0,3599	1,48	0,4306
0,29	0,1141	0,69	0,2549	1,09	0,3621	1,49	0,4319
0,30	0,1179	0,70	0,2580	1,10	0,3643	1,50	0,4332
0,31	0,1217	0,71	0,2611	1,11	0,3665	1,51	0,4345
0,32	0,1255	0,72	0,2642	1,12	0,3686	1,52	0,4357
0,33	0,1293	0,73	0,2673	1,13	0,3708	1,53	0,4370
0,34	0,1331	0,74	0,2703	1,14	0,3729	1,54	0,4382
0,35	0,1368	0,75	0,2734	1,15	0,3749	1,55	0,4394
0,36	0,1406	0,76	0,2764	1,16	0,3770	1,56	0,4406
0,37	0,1443	0,77	0,2794	1,17	0,3790	1,57	0,4418
0,38	0,1480	0,78	0,2823	1,18	0,3810	1,58	0,4429
0,39	0,1517	0,79	0,2852	1,19	0,3830	1,59	0,4441

Продолжение Приложения 2

$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$
1,60	0,4452	1,85	0,4678	2,20	0,4861	2,70	0,4965
1,61	0,4463	1,86	0,4686	2,22	0,4868	2,72	0,4967
1,62	0,4474	1,87	0,4693	2,24	0,4875	2,74	0,4969
1,63	0,4484	1,88	0,4699	2,26	0,4881	2,76	0,4971
1,64	0,4495	1,89	0,4706	2,28	0,4887	2,78	0,4973
1,65	0,4505	1,90	0,4713	2,30	0,4893	2,80	0,4974
1,66	0,4515	1,91	0,4719	2,32	0,4898	2,82	0,4976
1,67	0,4525	1,92	0,4726	2,34	0,4904	2,84	0,4977
1,68	0,4535	1,93	0,4732	2,36	0,4909	2,86	0,4979
1,69	0,4545	1,94	0,4738	2,38	0,4913	2,88	0,4980
1,70	0,4554	1,95	0,4744	2,40	0,4918	2,90	0,4981
1,71	0,4564	1,96	0,4750	2,42	0,4922	2,92	0,4982
1,72	0,4573	1,97	0,4756	2,44	0,4927	2,94	0,4984
1,73	0,4582	1,98	0,4761	2,46	0,4931	2,96	0,4985
1,74	0,4591	1,99	0,4767	2,48	0,4934	2,98	0,4986
1,75	0,4599	2,00	0,4772	2,50	0,4938	3,00	0,49865
1,76	0,4608	2,02	0,4783	2,52	0,4941	3,20	0,49931
1,77	0,4616	2,04	0,4793	2,54	0,4945	3,40	0,49966
1,78	0,4625	2,06	0,4803	2,56	0,4948	3,60	0,499841
1,79	0,4633	2,08	0,4812	2,58	0,4951	3,80	0,499928
1,80	0,4641	2,10	0,4821	2,60	0,4953	4,00	0,499968
1,81	0,4649	2,12	0,4830	2,62	0,4956	4,50	0,499997
1,82	0,4656	2,14	0,4838	2,64	0,4959	5,00	0,4999999
1,83	0,4664	2,16	0,4846	2,66	0,4961	$+\infty$	7
1,84	0,4671	2,19	0,4854	2,68	0,4963		0,5

Распределение Пуассона:  $P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$

Примечание. В таблице даны значения вероятностей  $P(X = k)$  после запятой.

$m \setminus \lambda$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0	9048	8187	7408	6703	6065	5488	4966	4493	4066	3679
1	0905	1637	2222	2681	3033	3293	3476	3595	3659	3679
2	0045	0164	0333	0536	0758	0988	1217	1438	1647	1839
3	0002	0011	0033	0072	0126	0198	0284	0383	0494	0613
4	0000	0001	0003	0007	0016	0030	0050	0077	0111	0153
5	-	-	-	0001	0002	0004	0007	0012	0020	0031
6	-	-	-	-	-	-	0001	0002	0003	0005
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0001
$m \setminus \lambda$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
0	1353	0498	0183	0067	0025	0009	0003	0001	-	-
1	2707	1494	0733	0337	0149	0064	0027	0011	0005	0001
2	2707	2240	1465	0842	0446	0223	0107	0050	0023	0004
3	1804	2240	1954	1404	0892	0521	0286	0150	0076	0018
4	0902	1680	1954	1755	1339	0912	0573	0338	0189	0053
5	0361	1008	1563	1755	1606	1277	0916	0607	0378	0127
6	0120	0504	1042	1462	1606	1490	1221	0911	0631	0255
7	0034	0216	0595	1044	1377	1490	1396	1171	0901	0437
8	0009	0081	0298	0653	1033	1304	1396	1318	1126	0655
9	0002	0027	0132	0363	0688	1014	1241	1318	1251	0874
10	-	0008	0053	0181	0413	0710	0993	1186	1251	1046
11	-	0002	0019	0082	0225	0452	0722	0970	1137	1144
12	-	0001	0006	0034	0113	0264	0481	0728	0948	1144
13	-	-	0002	0013	0052	0142	0296	0504	0729	1056
14	-	-	0001	0005	0022	0071	0169	0324	0521	0905
15	-	-	-	0002	0009	0033	0090	0194	0347	0724
16	-	-	-	-	0003	0014	0045	0109	0217	0543
17	-	-	-	-	0001	0006	0021	0058	0128	0383
18	-	-	-	-	-	0002	0009	0029	0071	0256
19	-	-	-	-	-	0001	0004	0014	0037	0161
20	-	-	-	-	-	-	0002	0006	0019	0097
21	-	-	-	-	-	-	0001	0003	0009	0055
22	-	-	-	-	-	-	-	0001	0004	0030
23	-	-	-	-	-	-	-	-	0002	0016
24	-	-	-	-	-	-	-	-	0001	0008
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0004
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0002
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0001

Электронное издание

*Александр Фёдорович Владимиров*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
для практических занятий по разделам 11-12 дисциплины «Математика» для студентов  
направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

*Гарнитура Times*

*Усл. печ. л. 6,75.*

*Подписано в печать 22.03.2023*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»*

*390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1*

*Электронная библиотека РГАТУ*

*Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web>*

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»**

**Кафедра физики**

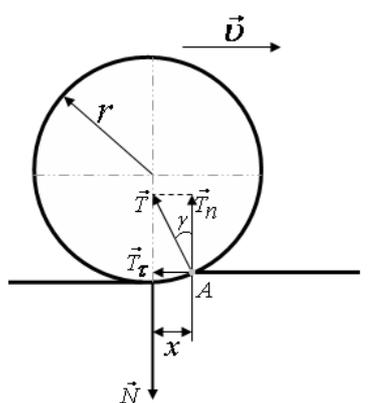
Студента/ки/ \_\_\_\_\_ -го курса  
Факультет \_\_\_\_\_  
Группа \_\_\_\_\_  
Ф.И.О. \_\_\_\_\_

**В.М.Пашенко  
М.Ю. Афанасьев  
Т.О.Мишина**

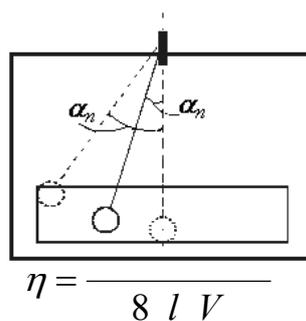
## РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ПО ФИЗИКЕ №1

Методические материалы для самостоятельной работы студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

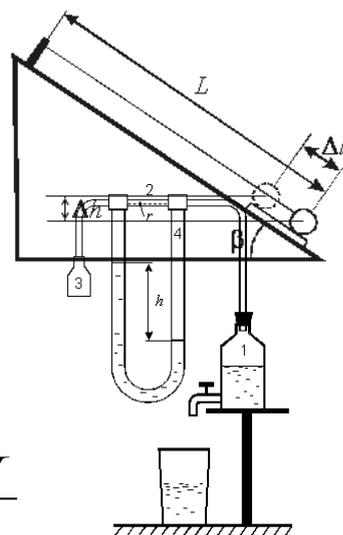
- 1. МЕХАНИКА.**
- 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА.**
- 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.**



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{m \cdot g \cdot l}}$$



$$\vec{\beta} = \frac{\vec{M}}{J}$$



Рязань 2023

Рабочая тетрадь обсуждена на заседании кафедры «Электротехника и физика» РГАТУ 22 марта 2023 г. (протокол № 8) и рекомендована к изданию.

Зав. кафедрой ЭиФ  С.О. Фатьянов

Рабочая тетрадь утверждена на заседании учебно – методической комиссии автодорожного факультета «22» \_\_\_марта\_\_\_ 2023 г. (протокол № 8) и рекомендована к изданию.

Председатель учебно – методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

  
\_\_\_\_\_ О.А. Тетерина

## О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

*Механика*

	Вводная лабораторная работа.	4
1.1	Определение коэффициента жесткости пружин.	8
1.2	Определение момента инерции физического маятника относительно центра тяжести.	11
1.3	Определение коэффициента трения качения.	13
1.4	Определение ускорения свободного падения при помощи математического маятника.	16

*Молекулярная физика*

2.1	Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса.	17
2.2	Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости при помощи сталагмометра.	19
2.3	Определение отношения теплоемкости газа при постоянном давлении к теплоемкости газа при постоянном объеме по способу Клемана и Дезорма.	20
2.4	Определение коэффициента линейного расширения металлов.	23

*Электродинамика*

3.1	Исследование электростатического поля.	25
3.2	Изучение зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры.	27
3.3	Определение сопротивления проводников мостиком Уитстона.	30
3.4	Исследование разветвлённых электрических систем.	33
	Задачи	36
	Справочные таблицы	54

## *Вводная лабораторная работа*

### МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ТЕЛ

Измерить какую-либо физическую величину – значит сравнить ее с другой однородной физической величиной, принятой за единицу измерений.

Различают **прямые и косвенные** измерения физических величин. **Прямые** проводят при помощи инструмента (температура – термометром, напряжение – вольтметром и т.д.) **Косвенные** измерения – получение числовых значений измеряемой физической величины на основании результатов прямых измерений величин, связанных с данной некоторой зависимостью (измерение напряжения по силе тока и сопротивлению, плотности тела по массе и объему и т.д.).

Измерения принципиально не могут быть абсолютно точными. Погрешности, возникающие при измерениях, могут быть систематическими и случайными.

**Систематические** погрешности являются следствием неисправности прибора, ошибочности метода измерений и т.п.

**Случайные** погрешности произвольно вносятся экспериментатором вследствие несовершенства органов чувств, появляются из-за ограниченности точности прибора, вибраций, наводок и т.д. Эти погрешности подчиняются статистическим закономерностям и описываются теорией вероятностей. Увеличение числа измерений ведет к уменьшению случайных погрешности.

#### Вычисление случайных погрешностей прямых измерений

Погрешность измерения есть величина отклонения результата измерений от истинного значения измеряемой физической величины.

По теории погрешностей самым близким к истинному значению измеряемой физической величины ***a*** является ее среднее арифметическое ***a<sub>cp</sub>***.

$$a_{cp} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}. \quad (1)$$

**Абсолютная погрешность** – погрешность, выраженная в единицах измеряемой величины, находится как абсолютная величина разности между средним арифметическим и данным измерением. Обозначается греческой буквой  $\Delta$  (дельта).

$$\Delta a_i = |a_{cp} - a_i|. \quad (2)$$

Абсолютные погрешности отдельных измерений характеризуют точность каждого из измерений. Они могут иметь самые различные значения.

Среднюю абсолютную погрешность  **$\Delta a_{cp}$**  находят как среднее арифметическое абсолютных погрешностей отдельных измерений  **$\Delta a_i$** :

$$\Delta a_{cp} = \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2 + \dots + \Delta a_n}{n}. \quad (3)$$

Конечный результат серии измерений одной какой-либо величины ***a*** принято записывать в виде:

$$a = a_{cp} \pm \Delta a_{cp}. \quad (4)$$

**Относительная погрешность** – погрешность, выраженная отношением среднего значения абсолютной погрешности к среднему значению измеряемой физической величине.

ны. При необходимости относительная погрешность  $\varepsilon$  может быть выражена в

$$\text{процентах: } \varepsilon = \frac{\Delta a_{cp}}{a_{cp}} \cdot 100\% \quad (5)$$

При проведении измерений значение этой погрешности не должно превышать 30%.  
Большее значение указывает на грубую погрешность или **промах**.

Измеряемые величины не могут быть определены с точностью лучшей, чем точность измерительного прибора. В этом случае погрешность измерения принимают равной точности измерительного прибора.

Если результаты всех измерений одинаковы или измерение производилось один раз, то за погрешности измерений принимают погрешности измерительных приборов.

### Погрешности измерительных приборов

Точность измерительных инструментов, приборов принято оценивать величиной *приведенной погрешности*  $\varepsilon_{np}$ , равной отношению максимальной абсолютной погрешности к верхнему пределу измерения для данного прибора (к пределу шкалы  $a_M$ ):

$$\varepsilon_{np} = \frac{\Delta a_M}{a_M} \cdot 100\% . \quad (6)$$

Приведенная погрешность, выраженная в процентах, называется классом точности прибора. Всего ГОСТом установлено восемь классов точности для измерения электрических величин: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Класс точности проставляется на шкале прибора. По известному классу точности из уравнения (6) можно найти максимальную абсолютную погрешность отдельного измерения:

$$\Delta a_M = \frac{\varepsilon_{np} \% \cdot a_M}{100\%} . \quad (7)$$

Например, вольтметр с классом точности  $\varepsilon_{np} = 1,0$  и шкалой до  $U_M = 30 \text{ В}$  измеряет приложенное к нему напряжение с максимальной абсолютной погрешностью равной:

$$\Delta U_M = \frac{1\% \cdot 30 \text{ В}}{100\%} = 0,3 \text{ В} .$$

Это означает, что если результат измерения, например,  $U_1 = 15,2 \text{ В}$ , то истинное значение отличается от  $15,2 \text{ В}$  не больше, чем на  $\Delta U_M = 0,3 \text{ В}$ , т.е.

$$U_1 = (15,2 \pm 0,3) \text{ В} \text{ или в другой записи } |U_1 - 15,2(\text{В})| \leq 0,3(\text{В}) .$$

Если на приборе не указан класс точности, то его максимальная абсолютная погрешность  $\Delta a_M$  принимается равной половине наименьшей цены деления (при дискретных отсчетах - цене деления) шкалы, используемой в данном измерении.

Например, при измерении линейкой с наименьшей ценой деления равной  $1 \text{ мм}$  с точностью до  $1 \text{ мм}$  максимальная абсолютная погрешность отдельного измерения равна:

$\Delta a_M = 0,5 \text{ мм}$ . При измерении этой же линейкой количества сантиметров (без учета миллиметров) максимальная абсолютная погрешность отдельного измерения в этом случае равна:  $\Delta a_M = 0,5 \text{ см}$ .

При измерении, например, времени секундомером с цифровым дискретным отсчетом с наименьшей ценой деления  $0,1 \text{ с}$  максимальная абсолютная погрешность отдельного измерения в этом случае равна:  $\Delta t_M = 0,1 \text{ с}$ . *Относительная погрешность*  $\varepsilon$  отдельного измерения  $a_1$  будет равна:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a_M}{a_1} \cdot 100\% . \quad (8)$$

Для рассмотренного выше примера измеренного напряжения  $U_1 = 15,2 \text{ В}$  с максимальной абсолютной погрешностью вольтметра  $\Delta U_M = 0,3 \text{ В}$  относительная

погрешность  $\varepsilon$  этого измерения будет равна:

$$\varepsilon = \frac{0,3 \text{ В}}{15,2 \text{ В}} \cdot 100\% \approx 2\%.$$

### Вычисление погрешностей косвенных измерений

Часто физическая величина есть функция от нескольких прямых (измеряемых непосредственно) величин. Для определения абсолютной и относительной погрешности в этом случае пользуются методами дифференциального исчисления.

Погрешность косвенного измерения определяется через погрешности прямого измерения величин входящих в формулу по соответствующей ей расчетной формуле. Так, если

$$Y = X_1 + X_2 + X_3 \quad \text{или} \quad Y = X_1 - X_2 - X_3, \quad \text{то} \quad \Delta Y = (\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3),$$

т.е. абсолютная погрешность суммы (или разности) равна всегда сумме абсолютных погрешностей.

Сложнее найти формулу погрешностей для других, более сложных функций. В этом случае дифференциальное исчисление позволяет воспользоваться следующим приемом:

1. Логарифмируем левую и правую части заданной формулы.
2. Дифференцируем полученный результат.
3. Знак дифференциала  $d$  заменяем на знак погрешности  $\Delta$  и все слагаемые записываем со знаком „+”.

Пример. 
$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{a \cdot b \cdot c}$$

1.  $\ln \rho = \ln m - \ln a - \ln b - \ln c$

2. 
$$\frac{d\rho}{\rho} = \frac{dm}{m} - \frac{da}{a} - \frac{db}{b} - \frac{dc}{c}$$

3. 
$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c}$$

Зная относительную погрешность  $\varepsilon$ , можно найти абсолютную случайную погрешность:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\rho}{\rho} \Rightarrow \Delta\rho = \varepsilon \cdot \rho$$

В таблице 1 приведены формулы для нахождения абсолютных и относительных погрешностей для различных функций.

Таблица 1

№ n/n	Функциональная зависимость	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
1	$A = B + C$	$\Delta B + \Delta C$	$\frac{\Delta B + \Delta C}{B + C}$
2	$A = B - C$	$\Delta B + \Delta C$	$\frac{\Delta B + \Delta C}{B - C}$
3	$A = B \cdot C$	$\Delta B \cdot C + \Delta C \cdot B$	$\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}$
4	$A = B / C$	$(\Delta B \cdot C + \Delta C \cdot B) / C^2$	$\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}$
5	$A = B^n$	$n \cdot B^{n-1} \cdot \Delta B$	$n \cdot \Delta B / B$
6	$A = \lg B$	$\frac{\Delta B}{B}$	$\frac{\Delta B}{B \cdot \lg B}$

## Методы обработки результатов физических измерений на примере измерения плотности тел

**Цель работы:** ознакомление с принципом работы штангенциркуля, микрометра, освоение современных методов обработки результатов измерений и порядка оформления отчета по проведенным исследованиям.

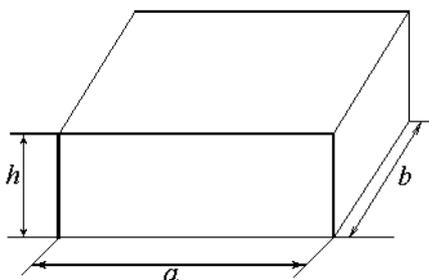
**Оборудование:** штангенциркуль, микрометр, весы, разновес, тело правильной формы.

В данной работе необходимо определить плотность твердого тела. Плотностью однородного твердого тела  $\rho$  называется физическая величина, численно равная массе единицы его объема:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где  $m$  – масса тела,  $V$  – объем тела.

Объектом измерения в работе служит сплошной правильный параллелепипед. Если его объем:  $V = a \cdot b \cdot h$ , то плотность  $\rho = \frac{m}{abh}$



Длину  $a$  и ширину  $b$  тела измеряют штангенциркулем, высоту  $h$  – микрометром. Массу определяем взвешиванием.

1. Измерительные приборы.

### Штангенциркуль:

Пределы измерения от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_ мм

Цена деления масштабной линейки ( $a$ ) \_\_\_\_\_ мм

Число делений на нониусе ( $n$ ) \_\_\_\_\_

Цена деления нониуса ( $\frac{a}{n}$ ) \_\_\_\_\_ мм

### Микрометр:

Пределы измерения от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_ мм

Цена деления линейной шкалы \_\_\_\_\_ мм

Шаг винта ( $a$ ) \_\_\_\_\_ мм

Барaban разделен на ( $n$ ) \_\_\_\_\_ частей

Цена деления нониуса ( $\frac{a}{n}$ ) \_\_\_\_\_ мм

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с измерительными инструментами. Определить цену деления шкалы. Установить погрешность данных инструментов.
2. Измерить линейные размеры измеряемого тела.
3. Определить массу с точностью до 0,1 г (данные занести в таблицу 2, измерения повторить не менее трех раз).
4. Рассчитать абсолютные погрешности прямых измерений.
5. Рассчитать плотность тела и погрешности измерений.

Таблица 2

№	$a$ , м	$\Delta a$ , м	$b$ , м	$\Delta b$ , м	$h$ , м	$\Delta h$ , м	$m$ , кг	$\Delta m$ , кг	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\Delta \rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\varepsilon$ , %
1											
2											
3											
$\rho_{cp}$											

Рассчитать плотность тела:

$$\rho_{cp} = \frac{m}{a_{cp} \cdot b_{cp} \cdot h_{cp}} =$$

6. Записать окончательный результат в виде:  $\rho = \rho_{cp} \pm \Delta \rho_{cp}$

### Контрольные вопросы

1. Прямые и косвенные измерения.
2. Абсолютная и относительная погрешности, определение их в прямых и косвенных измерениях.
3. Погрешности измерительных приборов.
4. Как определить цену деления нониуса.
5. Как измерять штангенциркулем и микрометром?
6. Что такое и от чего зависит плотность веществ?
7. Из каких материалов изготовлены исследуемые в работе тела.

Работа выполнена	Работа зачтена

## Лабораторные работы по МЕХАНИКЕ

### Лабораторная работа № 1.1

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УПРУГОСТИ ПРУЖИН

**Цель работы:** определить коэффициент упругости каждой из 2-х пружин, а также коэффициент упругости системы пружин соединенных последовательно и параллельно.

**Оборудование:** штатив, пружины, груз, секундомер.

#### Краткая теория

Период колебаний  $T$  пружинного маятника определяется по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{откуда} \quad k = m \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (1)$$

где:  $m$  – масса груза,  $k$  – коэффициент упругости пружины (жесткость пружины).

Формула (1) является расчетной для определения  $k$ , как для отдельных пружин, так и для параллельно или последовательно соединенных пружин в систему. При этом полученные экспериментально значения для системы пружин можно проверить по формуле (2) и (3).

Получим расчетные формулы для вычисления коэффициента упругости последовательно  $k_{noc}$  или параллельно  $k_{нар}$  соединенных двух пружин в систему с коэффициентами упругости  $k_1$  и  $k_2$ .

По закону Гука (по модулю):

для первой пружины  $F = k_1 x_1$ , откуда  $x_1 = F/k_1$ ;

для второй пружины  $F = k_2 x_2$ , откуда  $x_2 = F/k_2$ .

При последовательном соединении пружин на каждую из них действует одинаковая по величине сила  $F$ . Для системы 2-х пружин  $F = k_{noc} x$ , откуда  $x = F/k_{noc}$ , где:  $x$  - общая деформация двух пружин, равная:  $x = x_1 + x_2$ .

Подставляя в последнее выражение значения  $x$ ,  $x_1$  и  $x_2$ , получаем:

$$\frac{1}{k_{noc}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \quad \text{или} \quad k_{noc} = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}. \quad (2)$$

При параллельном соединении пружин общая деформация системы  $x = x_1 = x_2$ , а  $F = F_1 + F_2$  или  $k_{нар} x = k_1 x + k_2 x$ .

Откуда:  $k_{нар} = k_1 + k_2. \quad (3)$

### Порядок выполнения работы

- 1 Записать в таблицу 1 массу груза  $m$ .
- 2 Повесить на штатив первую пружину с грузом и определить время  $t$  полных  $n$  колебаний, записать данные в таблицу 1 ( $n$  см. в таблице 5 по заданному преподавателем варианту).
- 3 Выполнить опыт еще 2 раза, данные записать в таблицу 1.
- 4 Вычислить период колебаний по формуле  $T = t/n$ .
- 5 Рассчитать по формуле (1) коэффициент упругости первой пружины  $k_1$  и погрешности его измерений  $\Delta k_1$  и  $\varepsilon$ .
- 6 Повторить опыт для второй пружины, данные занести в таблицу 2 и выполнить аналогично пунктам 4 и 5 все расчеты для  $k_2$ .
- 7 Соединить пружины последовательно (одну за другую). Выполнить опыт по пунктам 1-4, записать данные в таблицу 3 и выполнить аналогично пунктам 4 и 5 все расчеты для  $k_{noc}$ .
- 8 Соединить пружины параллельно. Выполнить опыт по пунктам 1-4 и записать данные в таблицу 4 и выполнить аналогично пунктам 4 и 5 все расчеты для  $k_{нар}$ .
- 9 Для каждого значения  $k$  из таблиц 1-4 записать результат в виде:  $k = k_{cp} \pm \Delta k_{cp}$ .

Таблица 1

№	$m, кг$	$t_1, с$	$n_1$	$T_1, с$	$k_1, Н/м$	$\Delta k_1, Н/м$	$\varepsilon_1, \%$
1							
2							
3							
Ср.		-----		-----			

$$k_1 = k_{1cp} \pm \Delta k_{1cp} =$$

Таблица 2

№	$m, кг$	$t_2, с$	$n_2$	$T_2, с$	$k_2, Н/м$	$\Delta k_2, Н/м$	$\varepsilon_2, \%$
1							
2							
3							
Ср.		-----		-----			

$$k_2 = k_{2cp} \pm \Delta k_{2cp} =$$

Таблица 3

№	$m, \text{ кг}$	$t_{3 \text{ нос}}, \text{ с}$	$n_3$	$T_{3 \text{ нос}}, \text{ с}$	$k_{\text{ нос}}, \text{ Н/м}$	$\Delta k_{\text{ нос}}, \text{ Н/м}$	$\varepsilon_{\text{ нос}}, \%$
1							
2							
3							
Ср.		-----		-----			

$$k_{\text{ нос}} = k_{\text{ нос ср}} \pm \Delta k_{\text{ нос ср}} =$$

Таблица 4

№	$m, \text{ кг}$	$t_{4 \text{ нар}}, \text{ с}$	$n_4$	$T_{4 \text{ нар}}, \text{ с}$	$k_{\text{ нар}}, \text{ Н/м}$	$\Delta k_{\text{ нар}}, \text{ Н/м}$	$\varepsilon_{\text{ нар}}, \%$
1							
2							
3							
Ср.		-----		-----			

$$k_{\text{ нар}} = k_{\text{ нар ср}} \pm \Delta k_{\text{ нар ср}} =$$

10. Выполнить проверку  $k_{\text{ нос}}$  и  $k_{\text{ нар}}$  по формулам (2) и (3) для последовательного и параллельного соединений, подставляя вместо  $k_1$  значение  $k_{1 \text{ ср}}$ , а вместо  $k_2$  -  $k_{2 \text{ ср}}$  и сравнить полученные величины с их значениями в таблицах 3 и 4. Сделать вывод.

Теоретические значения:

Экспериментальные значения:  
(из таблиц 3 и 4)

$$k_{\text{ нос}} = \frac{k_{1 \text{ ср}} \cdot k_{2 \text{ ср}}}{k_{1 \text{ ср}} + k_{2 \text{ ср}}} =$$

$$k_{\text{ нос}} =$$

$$k_{\text{ нар}} = k_{1 \text{ ср}} + k_{2 \text{ ср}} =$$

$$k_{\text{ нар}} =$$

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
$n$	30	35	25	28	32	34	37

### Контрольные вопросы

1. Формула периода колебаний пружинного маятника.
2. Вывести формулу коэффициента упругости пружин при последовательном и параллельном их соединении.
3. Закон Гука. Что ограничивает применение закона Гука?
4. Физический смысл коэффициента упругости, от чего он зависит?
5. Деформация растяжения-сжатия. Модуль Юнга (модуль упругости).
6. В чем заключаются особенности упругих свойств биологических тканей?

### Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.  
Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	Работа зачтена

## Лабораторная работа № 1.2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА ОТНОСИТЕЛЬНО ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ

**Цель работы:** определить момент инерции физического маятника относительно оси вращения и относительно оси, проходящей через центр масс.

**Оборудование:** тело неправильной геометрической формы (физический маятник), секундомер, линейка, отвес.

#### Краткая теория

Используем тело неправильной геометрической формы в качестве физического маятника. Период колебания физического маятника  $T$  определяется уравнением:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{m \cdot g \cdot l}} \quad (1)$$

Из этого уравнения определим момент инерции маятника относительно оси, проходящей через выбранную точку подвеса:

$$J = \frac{m \cdot g \cdot l \cdot T^2}{4 \pi^2}, \quad (2)$$

где:  $l$  - расстояние между точкой подвеса и центром тяжести,  
 $m$  - масса физического маятника,

Искомый момент инерции  $J_0$  относительно оси, проходящей через центр тяжести, по данным, определяющим моменты инерции относительно выбранных точек подвеса, находим из теоремы Штейнера:

$$J_0 = J - ml^2. \quad (3)$$

#### Порядок выполнения работы

1. Записать в таблицу  $l$  массу маятника (указана на маятнике).
2. Найти положение центра тяжести. Для этого закрепить тело на подвесе и по отвесу провести мелом линию, то же повторить для другой точки подвеса. Точка пересечения этих линий дает положение центра тяжести.
3. Измерить линейкой расстояние  $l$  от точки исходного подвеса до центра тяжести тела (*точки подвеса задаются преподавателем*).
4. Привести тело в колебательное движение, отклонив его на небольшой угол от положения равновесия, и секундомером измерить время  $t_1$  для  $n_1=10$  полных колебаний.
5. Опыт выполнить еще 2 раза, данные занести в таблицу 1.
6. Вычислить период колебаний по формуле  $T_1 = t_1 / n_1$ .
7. По расчетным формулам (2) и (3) определить момент инерции тела относительно оси вращения, например,  $J_1$  и относительно центра тяжести  $J_0$  и вычислить погрешности  $\Delta J_0$  и  $\varepsilon$ .
8. Прodelать опыты по пунктам 1 – 7 для двух других точек подвеса, данные записать в табл.2 и 3.

Таблица 1 (Точка подвеса \_\_\_\_\_ )

№	$m, \text{ кг}$	$l_1, \text{ м}$	$t_1, \text{ с}$	$n_1$	$T_1, \text{ с}$	$J_1, \text{ кг}\cdot\text{м}^2$	$J_0, \text{ кг}\cdot\text{м}^2$	$\Delta J_0, \text{ кг}\cdot\text{м}^2$	$\varepsilon_1, \%$
1				10					
2									
3									
Ср.					----	----	----		

Таблица 2 (Точка подвеса \_\_\_\_\_ )

№	$m, кг$	$l_2, м$	$t_2, с$	$n_2$	$T_2, с$	$J_2, кг·м^2$	$J_0, кг·м^2$	$\Delta J_0, кг·м^2$	$\varepsilon_2, \%$
1				10					
2									
3									
Ср.			----		----	----			

Таблица 3 (Точка подвеса \_\_\_\_\_ )

№	$m, кг$	$l_3, м$	$t_3, с$	$n_3$	$T_3, с$	$J_3, кг·м^2$	$J_0, кг·м^2$	$\Delta J_0, кг·м^2$	$\varepsilon_3, \%$
1				10					
2									
3									
Ср.			----		----	----			

9. Сравнить полученные значения  $J_{0cp}$  в таблицах 1, 2 и 3, а значения  $J_1, J_2, J_3$  между собой. Сделать вывод.

Сравнить между собой значения  $J_1, J_2, J_3$  и

$J_1 =$

$J_2 =$

$J_3 =$

между собой значения  $J_{01}, J_{02}, J_{03}$ .

$J_{01} =$

$J_{02} =$

$J_{03} =$

**Вывод:**

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
$n$	10	12	15	10	15	10	12
оси (точки подвеса)	1,2,3	2,3,4	1,3,4	1,2,4	2,3,4	1,3,4	1,2,3

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение центра тяжести тела.
2. Что называется моментом инерции твердого тела? От каких факторов зависит и как вычисляется момент инерции твердого тела?
3. Записать и пояснить формулу для определения периода колебаний физического маятника.
4. Сформулировать и записать теорему Штейнера, привести примеры.
5. Примеры использования зависимости момента инерции тела от расположения оси вращения.

### Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.  
 Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	Работа зачтена

### Лабораторная работа № 1.3

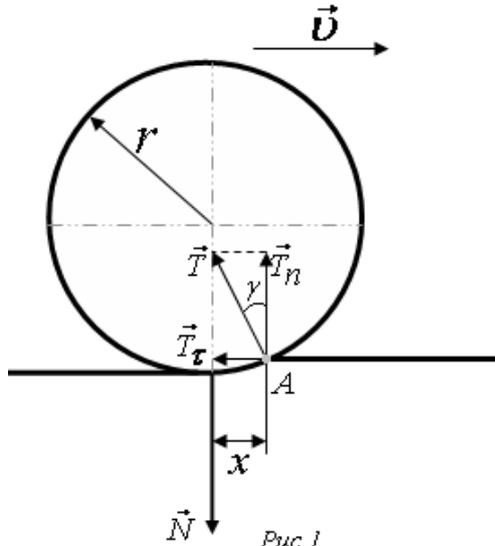
#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ

**Цель работы:** экспериментальное определение коэффициента трения качения.

**Оборудование:** наклонный маятник, штангенциркуль, набор исследуемых образцов.

#### Краткая теория

При взаимодействии тел могут возникать силы трения. Различают трение покоя, скольжения и трение качения. Сила, препятствующая скольжению соприкасающихся тел друг относительно друга при их движении, называется силой трения скольжения. Трение качения возникает при движении тел с элементами цилиндра или шара по поверхности вращения. Все тела не сразу восстанавливают свою форму после снятия нагрузки.



Силы, возникающие при трении качения

(2)

При движении тела сферической формы (рис.1) по горизонтальной плоскости линия действия силы реакции опоры  $T$  не совпадает с линией действия силы нормального давления  $N$ , численно равной силе тяжести.

Силой *трения качения*  $F_{mp}$  называют силу

$$\text{равную: } F_{mp} = f \frac{N}{r}, \quad (1)$$

где  $f$  – коэффициент трения качения, физический смысл которого в данном случае следует из уравнения (1):  $f$  – это физическая величина, численно равная радиусу сферы  $r$ , если  $F_{mp} = N$ .

Касательная составляющая  $T_\tau$  препятствует движению тела вперед и является силой трения качения  $F_{mp}$ , которая равна (рис.1.6):

$$F_{mp} = T_\tau \approx T \cdot x / r.$$

Приравнивая левые части уравнений (1) и (2), получаем:

$$f \frac{N}{r} = T \frac{x}{r}, \text{ откуда } fN = Tx.$$

С учетом того, что при малых углах  $\gamma$   $N \approx T$ , то коэффициент трения качения  $f$  в данном случае равен:  $f \approx x$ .

Преобразуем уравнение (1) для вычисления коэффициента трения качения  $f$  через величины, легко определяемые в эксперименте.

Если плоскость движения наклонена к горизонту под углом  $\beta$  (рис.2 – вид сбоку), то:

$$T \approx T_n = N = m \cdot g \cdot \cos \beta. \quad (3)$$

$$\text{Уравнение (1) с учетом (3) принимает вид: } F_{mp} = f \frac{mg \cos \beta}{r}. \quad (4)$$

Силу  $F_{mp}$  и коэффициент трения качения  $f$  можно также найти, рассматривая процесс движения шарика по наклонной плоскости (рис.2). Если вывести шарик из положения равновесия, то он начнет перекатываться по плоскости, совершая затухающие колебания под действием силы трения. Измерение коэффициента трения качения основано на зависимости амплитуды колебаний от времени и величины силы трения между шариком и исследуемым образцом. Чем больше трение между шариком и образцом, тем быстрее затухают колебания.

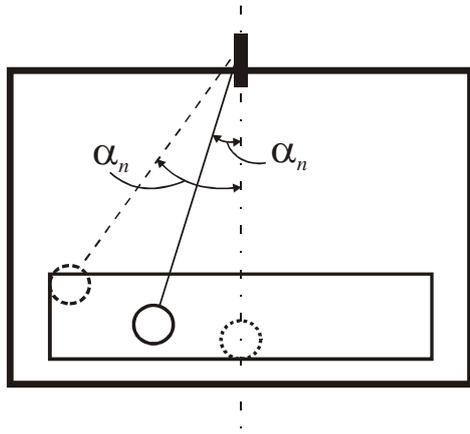


Рис.2 (вид спереди)

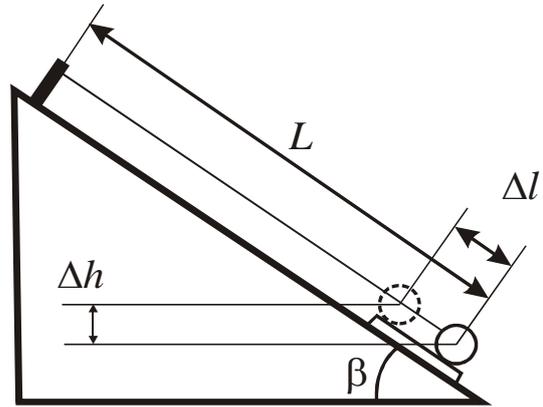


Рис.2 (вид сбоку)

Получим уравнение для экспериментального определения коэффициента трения качения  $f$

Работа сил трения качения на пути  $S$  равна изменению потенциальной энергии тела:

$$F_{\text{тр}} \cdot S = m \cdot g \cdot \Delta h, \quad (5)$$

где  $\Delta h$  – изменение высоты шарика над горизонтом за  $n$  колебаний из рис.2.6 (вид сбоку) получаем:

$$h = \Delta l \cdot \sin \beta, \quad (6)$$

где  $\beta$  – угол наклона маятника;  $\Delta l$  – изменение положения маятника на наклонной плоскости из рис.2 (вид спереди) получаем в виде:

$$\Delta l = l \cos \alpha_n - l \cos \alpha_o = l (\cos \alpha_n - \cos \alpha_o). \quad (7)$$

С учетом того, что при малых значениях угла  $\alpha$  ( $\alpha \ll 1$ ) величина  $\cos \alpha$  равна:

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \approx \sqrt{1 - \alpha^2} \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}, \text{ тогда уравнение (7) принимает вид:}$$

$$\Delta l = l \left( \frac{\alpha_o^2 - \alpha_n^2}{2} \right). \quad (8)$$

За  $n$  полных колебаний шарик пройдет путь  $S$ :

$$S = 4n \cdot S_{\text{ср}}, \quad (9)$$

где  $S_{\text{ср}} \approx l \cdot \alpha_{\text{ср}}$  (10),  $l$  – длина маятника, а  $\alpha_{\text{ср}} = (\alpha_o + \alpha_n) / 2$  – средний угол (в радианах) отклонения маятника от положения равновесия:

$\alpha_o$  (радиан) =  $\pi \cdot \alpha_o / 180^\circ$  – начальный угол (в радианах) отклонения маятника от положения равновесия;

$\alpha_n$  (радиан) =  $\pi \cdot \alpha_n / 180^\circ$  – угол (в радианах) отклонения маятника от положения равновесия после  $n$  колебаний.

Таким образом, окончательное выражение для расчета пути  $S$  получаем, подставив (10) в (9):  $S = 4n \cdot l \cdot \alpha_{\text{ср}} = 4nl (\alpha_o + \alpha_n) / 2$ . (11)

Подставляя полученные выражения (4, 11, 6 с учетом 8) в формулу для работы сил трения качения (5), имеем:

$$\frac{f \cdot m \cdot g \cdot \cos \beta \cdot 4 \cdot n \cdot l (\alpha_o + \alpha_n)}{2r} = \frac{m \cdot g \cdot l (\alpha_o^2 - \alpha_n^2) \sin \beta}{2}.$$

Из последнего равенства получаем формулу для расчета коэффициента трения качения:

$$f = \frac{r (\alpha_o^2 - \alpha_n^2) \sin \beta}{4n}. \quad (12)$$

### Порядок выполнения работы

1. Установить исследуемый образец (пластину №1) на наклонную плоскость.
2. Измерить радиус шарика штангенциркулем.

3. Наклонить плоскость колебаний на угол  $\beta$  (берется из таблицы 3 по номеру варианта, заданного преподавателем).
4. Отклонить шарик от положения равновесия на угол  $\alpha_0$  (берется из таблицы 3).
5. После  $n$  колебаний ( $n$  берется из таблицы 3) записать значения  $\alpha_n$  ( в радианах):  

$$\alpha \text{ (радиан)} = \pi \alpha_n / 180^\circ, \text{ т.е.: } \alpha \text{ (радиан)} \approx 0,0174 \cdot \alpha^\circ.$$
6. Повторить пункты 4,5 еще 4 раза, записывая данные в таблицу 1.
7. Вычислить по формуле (12) коэффициент трения качения  $f$ .
8. Вычислить погрешности его измерений  $\Delta f$  и  $\varepsilon$ .
9. Установить исследуемый образец (пластину №2) на наклонную плоскость.
10. Повторить пункты 1-8, записывая данные в таблицу 2.
11. Записать окончательные результаты для каждой пластины в виде:  $f = f_{cp} \pm \Delta f_{cp}$ .  
Сделать выводы.

Таблица 1 (Пластина из материала \_\_\_\_\_)

№	$\beta$	$tg\beta$	$r, м$	$\alpha_0, рад$	$\alpha_n, рад$	$n$	$f, м$	$\Delta f, м$	$\varepsilon, \%$
1									
2									
3									
4									
5									
Ср.	----	----	----	----	----	----			

Таблица 2 (Пластина из материала \_\_\_\_\_)

№	$\beta$	$tg\beta$	$r, м$	$\alpha_0, рад$	$\alpha_n, рад$	$n$	$f, м$	$\Delta f, м$	$\varepsilon, \%$
1									
2									
3									
4									
5									
Ср.	----	----	----	----	----	----			

Таблица 3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
$\beta$	$30^0$	$45^0$	$30^0$	$30^0$	$45^0$	$30^0$	$45^0$
$\alpha_0$	$15^0$	$15^0$	$10^0$	$12^0$	$10^0$	$12^0$	$12^0$
$n$	6	6	5	6	5	5	5

### Контрольные вопросы

1. Физическая природа сил трения. Виды трения.
2. Объяснить методику определения коэффициента трения качения.
3. Вывести расчетную формулу для определения коэффициента трения качения в данной работе.
4. Факторы, определяющие величину коэффициента трения.
5. Какое значение имеют силы трения для живых организмов?

### Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.  
 Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с..

Работа выполнена	Работа зачтена

### Лабораторная работа № 1.4

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

**Цель работы:** экспериментальное определение ускорения свободного падения.

**Оборудование:** математический маятник, секундомер.

### Краткая теория

Ускорение свободного падения под действием силы тяжести можно определить при исследовании колебаний математического маятника. Период колебаний математического маятника определяется по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (1)$$

где:  $l = l_1 - d/2$  – расстояние от точки подвеса до центра масс маятника (длина маятника), где  $l_1$  – расстояние от точки подвеса до нижней точки шарика;  $d$  – диаметр шарика.

Тогда расчеты из формулы (1) по определению квадратов периодов колебаний маятников двух различных длин  $l_1$  и  $l_2$  определяются как:

$$T_1^2 = 4\pi^2 \frac{l_1 - \frac{d}{2}}{g} \quad T_2^2 = 4\pi^2 \frac{l_2 - \frac{d}{2}}{g}$$

Решая совместно два последних уравнения для разных длин подвеса, получаем уравнение для вычисления ускорения свободного падения в виде:

$$g = \frac{4\pi^2 (l_1 - l_2)}{T_1^2 - T_2^2}. \quad (2)$$

### Порядок выполнения работы

1. Установить длину маятника  $l_1$  до нижней точки шарика ( $l_1$  берется из таблицы 2 по номеру варианта, заданного преподавателем).
2. Отклонить маятник от положения равновесия на небольшой угол ( $5 - 6^\circ$ ) и секундомером измерить время  $t_1$  для  $n_1$  полных колебаний ( $n_1$  берется из таблицы 2).
3. Опыт повторить еще 2 раза, результаты занести в таблицу 1.
4. Установить новую длину маятника  $l_2$  ( $l_2$  берется из таблицы 2). Определить время  $t_2$  для  $n_2$  полных колебаний ( $n_2$  берется из таблицы 2)..
5. Опыт повторить еще 2 раза, результаты занести в таблицу 1.
6. Рассчитать периоды колебаний  $T_1 = t_1 / n_1$  и  $T_2 = t_2 / n_2$ .
7. По расчетной формуле (2) вычислить ускорение свободного падения и погрешности его измерений.
8. Записать окончательный результат в виде:  $g = g_{cp} \pm \Delta g_{cp}$ .

Таблица 1

№	$l_1, м$	$l_2, м$	$l_1 - l_2, м$	$t_1, с$	$n_1$	$T_1, с$	$t_2, с$	$n_2$	$T_2, с$	$g, м/с^2$	$\Delta g, м/с^2$	$\varepsilon, \%$
1												
2												
3												
Ср	----	----	----	----		----	----		----			

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
$l_1, м$	1,3	1,5	1,3	1,0	1,3	1,3	1,5
$l_2, м$	0,5	0,5	0,3	0,10	0,5	0,3	0,5
$n_1$	50	50	50	50	40	40	40
$n_2$	40	40	40	50	50	50	40

### Контрольные вопросы

1. Какое движение называется колебательным?
2. Записать и пояснить уравнение гармонических колебаний.
3. Записать формулу для определения периода колебаний математического маятника.
4. Вывести расчетную формулу для определения ускорения свободного падения в данной работе. От каких факторов зависит ускорение свободного падения.
5. Сила тяжести, вес тела, невесомость, перегрузки (пояснить рисунками).
6. Как влияют состояния невесомости и перегрузки на живые организмы?

### Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский. – СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.

Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	Работа зачтена

## Лабораторные работы по МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

### Лабораторная работа № 2.1

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ СТОКСА

**Цель работы:** экспериментальное определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса.

**Оборудование:** стеклянная трубка с касторовым маслом, дробинки, микрометр, секундомер, линейка.

#### Краткая теория

Коэффициент вязкости (внутреннего трения) жидкости можно определить по формуле Стокса, измеряя скорость падения шарика в этой жидкости.

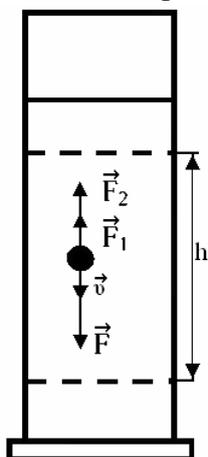


Рис.1

Весь процесс падения шарика состоит из нескольких участков. На начальном участке скорость движения шарика возрастает (если его опускают в жидкость без начальной скорости), но по мере увеличения скорости сила сопротивления также возрастает и наступает такой момент, когда сила тяжести уравновешивается суммой сил Архимеда и трения (силой Стокса) и на этом участке движение становится равномерным со скоростью  $v = l / t = \text{const}$ .

При падении шарика в жидкости на него действуют три силы: сила тяжести:  $F = mg$ , сила Архимеда:  $F_1 = \rho_{ж} g V$ , сила сопротивления движению (сила трения):  $F_2 = 6\pi\eta r v$ .

Здесь  $m = \rho V$  - масса шарика плотностью  $\rho$  и объемом  $V$ ;  $\rho_{ж}$  - плотность жидкости, вытесненной шариком объем  $V$ ;  $g$  - ускорение свободного падения;  $\eta$  - коэффициент вязкости;  $r$  - радиус шарика,  $v$  - ско-

рость его падения.

Так как движение равномерное (ускорение равно нулю), то по второму закону Ньютона векторная сумма всех сил на этом участке будет равна нулю, т. е.:  $\vec{F} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$ , а проекция этих сил на вертикально направленную вниз ось равна:  $F - F_1 - F_2 = 0$ . Подставив значения этих сил, получаем:

$$mg - \rho_{жс}gV - 6\pi\eta r v = 0.$$

Учитывая, что объем шарика  $V = 4/3 \pi r^3 = \pi d^3/6$ , скорость  $v = l/t$ , а его масса  $m = \rho V$ , то коэффициент вязкости  $\eta$  равен:

$$\eta = \frac{(\rho - \rho_{жс})gd^2t}{18l} \quad (1)$$

### Порядок выполнения работы

1. Измерить микрометром диаметр шарика  $d$ .
2. Измерить линейкой расстояние  $l$  между метками на стеклянной трубке.
3. Опустить дробинку в стеклянную трубку и секундомером измерить время ее движения  $t$  между метками с расстоянием  $l$ .
4. Опыт повторить еще 4 раза.
5. Рассчитать по формуле (1) коэффициент внутреннего трения  $\eta$  и погрешности его измерения. Данные занести в таблицу 1. Записать окончательный результат:  $\eta = \eta_{ср} \pm \Delta\eta_{ср}$ .

*Примечание.* Плотность шарика (свинца)  $\rho = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; жидкости -  $\rho_{жс} = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  (если не оговариваются другие данные).

Поскольку коэффициент внутреннего трения зависит от температуры, то, производя опыт, следует записать температуру, при которой получены данные:  $t = \text{-----}^\circ\text{C}$ .

Таблица 1

№	$d, \text{ м}$	$l, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$\eta, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$\Delta\eta, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$\varepsilon, \%$
1						
2						
3						
4						
5						
Ср.	----	----	----			

Рассчитать по формуле (1) коэффициент внутреннего трения:

$$\eta_1 = \frac{(\rho - \rho_{жс})gd_1^2t_1}{18l} =$$

$$\Delta \eta_1 = |\eta_{ср} - \eta_1| =$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta\eta_{ср}}{\eta_{ср}} \cdot 100\% =$$

Данные занести в таблицу.

Записать окончательный результат:  $\eta = \eta_{ср} \pm \Delta\eta_{ср} =$

### Контрольные вопросы

1. Какие силы называют силами внутреннего трения и как они направлены?
2. Как зависит сила внутреннего трения от градиента скорости и площади слоя?
3. Физический смысл коэффициента внутреннего трения (коэффициента вязкости). От чего он зависит?
4. Вывести расчетную формулу для вычисления коэффициента вязкости в данной работе.
5. Механизмы вязкости в жидкостях и газах.
6. Вязкость биологических жидкостей.

## Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.  
 Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд.,  
 испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	Работа зачтена

### Лабораторная работа № 2.2

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПРИ ПОМОЩИ СТАЛАГМОМЕТРА

**Цель работы:** экспериментальное определение коэффициента поверхностного натяжения спирта при помощи сталагмометра.

**Оборудование:** штатив со сталагмометром, стакан, пробирки с водой и спиртом.

#### Краткая теория

Образование капель при вытекании жидкости из малого отверстия объясняется действием сил поверхностного натяжения. В момент отрыва капли сила тяжести  $F_m$  равна численно силе поверхностного натяжения  $F_n$ , т.е.:  $F_m = F_n$ . (1)

Так как  $F_m = mg$ , а  $F_n = \sigma l$ ; (здесь  $l = 2 \pi r$  - длина контура), тогда уравнение (1) можно записать в виде:  $2 \pi r \sigma = m g$ , (2)

где  $m$  – масса капли;  $r$  - радиус перетяжки капли в момент её отрыва.

Коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$  из уравнения (2) точно определить по силе тяжести одной капли и радиусу её перетяжки достаточно трудно.

Поэтому используют метод сравнения исследуемой жидкости с эталонной.

В качестве эталонной жидкости возьмем воду с известным коэффициентом  $\sigma_3$ . Поскольку значение  $\sigma_3$  существенно зависит от температуры, то в таблице 1 приведены её значения при различных значениях температуры.

Таблица 1

$t, ^\circ C$	12	14	16	18	20	22	24
$\sigma_3, Н/м$	$73,7 \cdot 10^{-3}$	$73,4 \cdot 10^{-3}$	$73,1 \cdot 10^{-3}$	$72,8 \cdot 10^{-3}$	$72,5 \cdot 10^{-3}$	$72,2 \cdot 10^{-3}$	$71,9 \cdot 10^{-3}$

Вместо определения массы капель, подсчитаем их количество при вытекании одного и того же объема  $V$  жидкости. Тогда массу жидкости  $m_{жс}$  можно выразить через плотность и её объем как  $m_{жс} = \rho V$ , а массу одной капли как  $m = \rho V / n$  ( $n$  – число капель).

В этом случае условие (1) отрыва капли запишется в виде:

$$\begin{aligned} \text{для эталонной жидкости} & - 2 \pi r \sigma_3 = \rho_3 V g / n_3, \\ \text{для исследуемой жидкости} & - 2 \pi r \sigma = \rho V g / n \end{aligned}$$

Поделив почленно одно уравнение на другое, получаем: 
$$\frac{\sigma}{\sigma_3} = \frac{n_3 \rho}{n \rho_3}$$

Откуда искомое поверхностное натяжение  $\sigma$ , в данном случае для спирта, определится

как: 
$$\sigma = \sigma_3 \frac{n_3 \rho}{n \rho_3}, \quad (3)$$

где  $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$  и  $\rho_3 = 1000 \text{ кг/м}^3$  плотности спирта и воды соответственно.

### Порядок выполнения работы

1. Налить в сталагмометр эталонную жидкость – воду. Отрегулировать вытекание воды в виде капель.
2. Подсчитать число капель  $n_0$  воды в определенном объеме (от 1 до 3 мл – по указанию преподавателя)
3. Повторить опыт еще 2 раза.
4. Прodelать аналогичные операции с исследуемой жидкостью (объем брать тот же, который задан для эталонной жидкости!)
5. Рассчитать коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$  по формуле (3) и погрешности его измерения. Результаты занести в таблицу 2.
6. Окончательный результат записать в виде:  $\sigma = \sigma_{cp} \pm \Delta\sigma_{cp}$ .

Таблица 2

№	$\sigma_0$ , Н/м	$n_0$	$n$	$\sigma$ , Н/м	$\Delta\sigma$ , Н/м	$\varepsilon$ , %
1						
2						
3						
Ср.	----	----	----			

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
$V$ , мл	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5

### Контрольные вопросы

1. Объясните природу сил поверхностного натяжения.
2. Какие силы называются силами поверхностного натяжения? Как они направлены?
3. Коэффициент поверхностного натяжения, его физический смысл. От чего он зависит?
4. Вывести расчетную формулу (3) данной работы.
5. Избыточное давление под искривленной поверхностью жидкости, формула Лапласа.
6. Капиллярные явления, высота поднятия или опускания жидкости в капиллярах.
7. Значение сил поверхностного натяжения для растений, живых организмов.

### Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.  
 Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	Работа зачтена

### Лабораторная работа № 2.3

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТИ ГАЗА ПРИ ПОСТОЯННОМ ДАВЛЕНИИ К ТЕПЛОЕМКОСТИ ГАЗА ПРИ ПОСТОЯННОМ ОБЪЕМЕ ПО СПОСОБУ КЛЕМАНА И ДЕЗОРМА

**Цель работы:** экспериментальное определение  $\gamma = C_p/C_v$  (показателя адиабаты).

**Оборудование:** лабораторная установка в виде стеклянного теплоизолированного сосуда с нагнетательным насосом и водяным манометром.

### Краткая теория

В зависимости от условий осуществления процессов в газах различают: изотермический, изохорический, изобарный, адиабатический процесс.

Поставленную задачу целесообразно решить с помощью адиабатического процесса.

Под адиабатическим процессом понимают процесс сжатия или расширения газа без теплообмена с окружающей средой. Практически такой процесс можно осуществить, совершая расширение или сжатие газа очень быстро или при условии, что потери тепла очень малы по сравнению с теплом, образующимся в системе, а также, если система хорошо теплоизолирована.

Состояние газа при адиабатическом процессе может быть представлено уравнением

$$\text{Пуассона: } pV^\gamma = \text{const} \quad \text{или} \quad TV^{\gamma-1} = \text{const}, \quad \text{или} \quad \frac{p^{\gamma-1}}{T^\gamma} = \text{const}.$$

где:  $\gamma = C_p / C_v$  – искомая величина - показатель адиабаты ( $\gamma > 1$ );

$C_p$  – теплоемкость газа при постоянном давлении,

$C_v$  - теплоемкость газа при постоянном объеме,  $T$  – абсолютная температура.

$p$  - давление газа;  $V$ - объем, занимаемый газом;  $C_p = C_v + R$  - уравнение Майера.

Величину  $\gamma$  можно определить с помощью прибора Клемана-Дезорма, состоящего из баллона с воздухом, насоса и манометра. Представим графически (рис.1) изменения давления и температуры в сосуде относительно первоначального состояния: давление – атмосферное  $p_{\text{ат}}$ , температура - комнатная  $T_{\text{ком}}$ . Метод заключается в следующем. В некоторый сосуд, снабженный открытым манометром для измерения давления в этом сосуде и краном для соединения воздуха в сосуде с атмосферой, накачивают, при открытом кране, немного воздуха. На графиках (рис.1) давления и температуры этому соответствует участок 0-1.

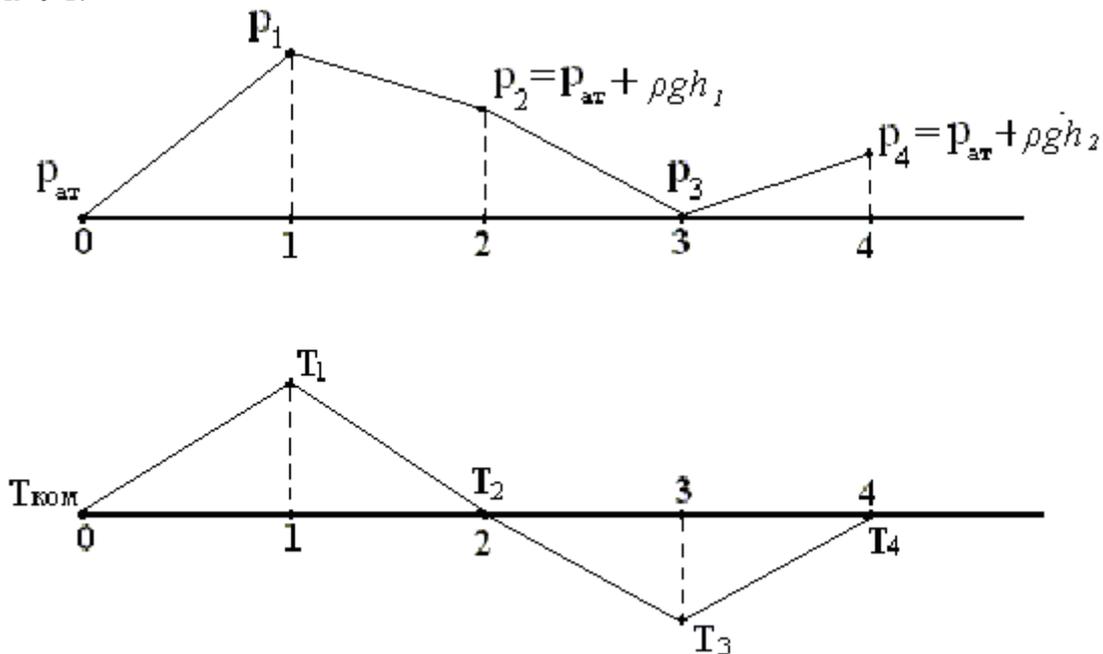


Рисунок 1

Участок 0-1 – подготовительный процесс. При нагнетании воздуха в баллон совершается работа, при этом увеличивается внутренняя энергия газа, а следовательно повышается температура и становится выше комнатной  $T_1 > T_{\text{ком}}$ . Давление станет выше атмосферного  $p_1 > p_{\text{ат}}$ .

Участок 1-2 – изохорический процесс (изохорическое охлаждение). Закрываем кран. Происходит теплообмен с окружающей средой, температура воздуха в баллоне понижается до тех пор, пока не станет равной комнатной  $T_2 = T_{\text{ком}}$ . Давление при этом понижается, но остается выше атмосферного на величину  $\rho g h_1$ :  $p_2 = p_{\text{ат}} + \rho g h_1$ .

Участок 2-3 – адиабатический процесс (адиабатическое расширение). Открываем кран и закрываем его в тот момент, когда давление в сосуде станет равным атмосферному (причем сделать это надо достаточно быстро, чтобы теплообменом, происходящим за это время через стенки сосуда, можно было пренебречь), при этом произойдет адиабатическое расширение оставшейся части газа в сосуде. Давление газа станет равным атмосферному  $p_3 = p_{ат}$ , температура вследствие адиабатического расширения будет ниже комнатной  $T_3 < T_{ком}$ .

Участок 3-4 – изохорический процесс (изохорическое нагревание). Происходит теплообмен с окружающей средой, при котором температура газа повышается до уровня комнатной  $T_4 = T_{ком}$ . С повышением температуры давление увеличивается и становится выше атмосферного на величину  $\rho g h_2$ :  $p_4 = p_{ам} + \rho g h_2$ .

Переход газа из состояния 2 в состояние 3 происходит адиабатически и подчиняется уравнению Пуассона (1), которое в этом случае удобно записать в виде:

$$\frac{p_2^{\gamma-1}}{T_2^\gamma} = \frac{p_3^{\gamma-1}}{T_3^\gamma}. \quad (1)$$

Переход из 3 состояния в 4 описывается уравнением Гей-Люссака:

$$\frac{p_3}{T_3} = \frac{p_4}{T_4} \quad (2)$$

Учитывая, что  $T_4 = T_{ком}$ ,  $p_3 = p_{ам}$  и решая уравнения (1) и (2) получим:

$$\left(\frac{p_2}{p_{ам}}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{p_4}{p_{ам}}\right)^\gamma.$$

Подставляя в это равенство значения давлений  $p_2 = p_{ам} + \rho g h_1$  и  $p_4 = p_{ам} + \rho g h_2$ , получим:

$$\left(1 + \frac{\rho g h_1}{p_{ам}}\right)^{\gamma-1} = \left(1 + \frac{\rho g h_2}{p_{ам}}\right)^\gamma.$$

В условиях опыта  $\frac{\rho g h_1}{\delta_{\dot{a}\dot{o}}}$  и  $\frac{\rho g h_2}{\delta_{\dot{a}\dot{o}}}$  значительно меньше единицы, поэтому с высокой

точностью можно ограничиться лишь двумя первыми членами биномов этих уравнений, что дает:

$$1 + \frac{\rho g h_1}{p_{ам}}(\gamma - 1) \approx 1 + \frac{\rho g h_2}{p_{ам}}\gamma.$$

Отсюда  $\gamma$  равно:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} \approx \frac{h_1}{h_1 - h_2}.$$

### Порядок выполнения работы

1. Открыть кран и накачать воздух в баллон до разности уровней в коленах манометра 20 – 25 см и закрыть кран.
2. Через несколько минут, когда наступит равновесное состояние (т.е. когда движение столбика жидкости почти остановится) определить разность уровней воды в коленах манометра  $h_1$ .
3. На короткое время открыть кран (уровни жидкости в коленах сравняются), кран закрыть.
4. Через несколько минут, когда наступит равновесное состояние (т.е. когда движение столбика жидкости почти остановится) определить разность уровней воды в коленах манометра  $h_2$ .
5. Опыт по пунктам 1-5 повторить еще 4 раза, записывая значения  $h_1$  и  $h_2$ , в таблицу 1, определяя  $\gamma$  и погрешности её измерения.

6. Окончательный результат записать в виде:  $\gamma = \gamma_{cp} \pm \Delta\gamma_{cp}$ .
7. Найти теоретическое значение  $\gamma_{теор} = (i+2) / i$ , считая воздух двухатомным газом с числом степеней свободы  $i=5$ . Сравнить полученное значение с экспериментальным, сделать вывод.

Таблица 1

№	$h_1, \text{ см}$	$h_2, \text{ см}$	$\gamma$	$\Delta\gamma$	$\varepsilon, \%$
1					
2					
3					
4					
5					
Ср.	----	----			

### Контрольные вопросы

1. Первое начало термодинамики. Описать изопроцессы, происходящие в работе.
2. Уравнение Менделеева-Клапейрона, физический смысл величин в данном уравнении.
3. Дать определение теплоемкости тела, удельной и молярной теплоемкостей.
4. Записать уравнение Майера, дать понятие числа степеней свободы молекул.
5. Какой процесс называется адиабатическим? Уравнение Пуассона.
6. Получить расчетную формулу для вычисления  $\gamma$  в данной работе.
7. Первое начало термодинамики по отношению к живым организмам.

### Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.  
 Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа № 2.4

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

**Цель работы:** экспериментальное определение коэффициента линейного расширения металлов.

**Оборудование:** нагревательный прибор, пробирка, исследуемые металлические стержни, штангенциркуль, термометр.

#### Краткая теория

Все металлы при изменении температуры изменяют как линейные, так и объемные размеры, т.к. амплитуда колебаний узлов кристаллической решетки изменяется. Если при  $t_1$  линейный размер равен  $l_1 = l_0 (1 + \alpha t_1)$ , а при  $t_2$  равен  $l_2 = l_0 (1 + \alpha t_2)$ , (здесь  $l_0$  - длина при  $0^\circ\text{C}$ ), то, поделив одно уравнение на другое, получаем:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}. \quad (1)$$

Откуда коэффициент линейного расширения  $\alpha$  определится как:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 t_2 - l_2 t_1} \approx \frac{l_2 - l_1}{l_1 (t_2 - t_1)} = \frac{\Delta l}{l_1 (t_2 - t_1)}, \quad (2)$$

так как в знаменателе можно взять  $l_2 \approx l_1$ .

Из уравнения  $l = l_0 (1 + \alpha t)$  величина  $\Delta l = l_0 \alpha \Delta t = l_0 \alpha \Delta T$ , так как  $\Delta t = \Delta T$ .

Тогда величина  $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T}$ , т.е. коэффициент линейного расширения  $\alpha$  – это физическая величина, численно равная величине обратной температуре ( $1/K$  или  $1/^\circ C$ ) при  $\frac{\Delta l}{l_0} = 1$ . Величина  $\alpha$  зависит от рода и состояния вещества.

### Порядок выполнения работы

1. Пробирку на  $3/4$  объема заполнить водой комнатной температуры  $t_1$ .
2. Измерить штангенциркулем длину стержня при комнатной температуре.
3. Осторожно опустить стержень в пробирку с водой, записать в таблицу 1 значение комнатной температуры воды  $t_1$ .
  1. Пробирку с испытуемым стержнем через резиновую прокладку и отверстие в крышке прибора ввести в нагреватель.
  5. Оттянуть шток индикатора вверх и опустить его в углубление на торце стержня.
  8. Определить цену деления «С» индикатора и установить его на нулевую отметку (0).
  9. Включить прибор в сеть.
  10. При закипании воды испытуемый образец принимает температуру кипящей жидкости  $t_2 = 100^\circ C$ .
  11. После того, как стрелка индикатора перестанет перемещаться, выключить питание прибора и измерить удлинение стержня  $\Delta l$  путем умножения цены деления «С» индикатора на число делений «n», т.е.  $\Delta l = C \cdot n$ . Повторить эти операции для другого образца.
  12. По формуле (2) вычислить  $\alpha$ .
  13. Оценить погрешности измерений величин  $\alpha$  для алюминия, бронзы и стали ( $\Delta \alpha$  и  $\varepsilon$ ) по сравнению с их табличными значениями  $\alpha_{табл.}$  (см. их значения ниже):

$$\Delta \alpha = | \alpha_{табл} - \alpha | \quad \text{и} \quad \varepsilon = \frac{\Delta \alpha}{\alpha_{табл}} \cdot 100\%$$

14. Сравнить полученные значения  $\alpha$  с их теоретическими значениями  $\alpha_{табл.}$ , сделать вывод. Табличные значения  $\alpha_{табл.}$ : для алюминия  $\alpha_{табл} = 2,3 \cdot 10^{-5} 1/K$ , для стали  $\alpha_{табл} = 1,2 \cdot 10^{-5} 1/K$ , для меди  $\alpha_{табл} = 1,7 \cdot 10^{-5} 1/K$ .

Таблица 1

Материал стержня	$t_1, ^\circ C$	$t_2, ^\circ C$	$l_1, м$	$n$	$\Delta l, м$	$\alpha, 1/K$	$\Delta \alpha, 1/K$	$\varepsilon, \%$
Алюминий								
Сталь								
Медь								

### Контрольные вопросы

1. Объяснить процесс расширения тел с точки зрения молекулярно-кинетической теории.
2. Физический смысл коэффициента линейного расширения, единицы его измерения.
3. От чего зависит коэффициент линейного расширения?
4. Вывести расчетную формулу для вычисления  $\alpha$  в данной работе.
  2. Особенности теплового расширения воды. Значение этого феномена для живых организмов.

## Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.  
 Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд.,  
 испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

# Э Л Е К Т Р О Д И Н А М И К А

## Лабораторная работа №3.1

### Исследование электростатического поля

**Цель работы:** определение напряженности электростатического поля по эквипотенциальным линиям этого поля.

**Оборудование:** осциллограф, вольтметр, реостат, источник постоянного тока, металлические электроды, лист бумаги, проводники, изолированная подставка, вода, зонд.

#### Краткая теория

Неподвижный заряд создаёт в окружающем пространстве электростатическое поле, которое характеризуется в любой точке этого пространства вектором напряжённости  $\vec{E}$  и значением электростатического потенциала  $\varphi$ .

*Напряжённостью электрического поля  $\vec{E}$*  называется физическая векторная величина равная силе, с которой поле действует на положительный единичный точечный заряд, помещенный в данную точку поля.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q},$$

Напряжённость  $\vec{E}$  характеризует силовое действие поля на вносимые в него электрические заряды.

*Потенциалом  $\varphi$*  данной точки электрического поля называется физическая скалярная величина, численно равная отношению работы  $A$ , совершенной электрическим полем по перемещению положительного точечного заряда  $q$  из данной точки поля в бесконечность к величине этого заряда (или потенциальной энергии  $W$  положительного единичного то-

чечного заряда, помещенного в данную точку), т.е.:  $\varphi = \frac{A}{q}$  или  $\varphi = \frac{W}{q}$

Потенциал  $\varphi$  является энергетической характеристикой электрического поля.

Электростатическое поле в каждой своей точке может быть описано и с помощью напряженности  $\vec{E}$  и с помощью потенциала  $\varphi$ , поэтому между этими величинами существует определенная связь (для трехмерного пространства):  $\vec{E} = -\text{grad}\varphi$ .

Градиент потенциала  $\text{grad}\varphi$  – это вектор, указывающий направление наиболее быстрого возрастания потенциала и численно равный изменению потенциала на единицу длины этого направления.

Для одномерного случая (например, для оси  $X$  в скалярной форме):

$$E = -\frac{d\varphi}{dx} .$$

Более наглядным является предложенный М.Фарадеем метод изображения электрических полей с помощью *силовых линий* (*линий напряженности*).

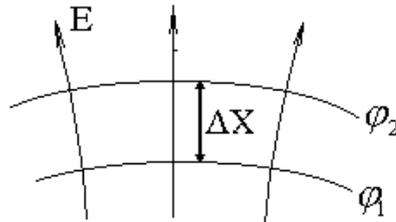
*Силовыми линиями* называются направленные кривые, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора напряженности поля. Число силовых линий на единицу площади поверхности характеризует величину напряженности.



Силовым линиям приписывается направление, совпадающее с направлением вектора напряженности. Изображая силовые линии поля, мы получаем своеобразные графики или карты поля, которые сразу наглядно показывают, чему равна напряженность в разных частях поля и как она изменяется в пространстве.

В электрическом поле можно провести поверхность так, чтоб ее точки имели бы один и тот же потенциал. Такие поверхности называются поверхностями равного потенциала или *эквипотенциальными поверхностями*.

Силовые линии в каждой точке поля перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям и направлены в сторону убывания потенциала.



$$E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x}, \quad (1)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 < 0. \quad (2)$$

Физический смысл полученного выражения: напряженность поля определяется уменьшением потенциала, приходящегося на единицу длины вдоль линии напряженности.

В биологических системах также существует распределение электростатического потенциала. На мембранах клеток растений и животных его значение достигает 60-90 мВ. Исчезновение разности потенциала на мембранах клеток всегда свидетельствует об их гибели.

Организмы в целом, например, электрический скат может вырабатывать напряжения до 400-600 В.

В данной работе экспериментально изучается распределение потенциалов электростатического поля между электродами сложной конфигурации.

Существует метод изучения электростатических полей путём искусственного воспроизведения их структуры в проводящих средах, по которым пропускается постоянный или переменный электрический ток. Метод основан на том, что слабые токи в проводящих средах можно рассчитать по закону Ома в дифференциальной форме:

$$\vec{j} = \lambda \cdot \vec{E}, \quad \text{где } \vec{j} \text{ – плотность тока, } \lambda \text{ – удельная электропроводность,}$$

$$\vec{E} \text{ – напряжённость поля в данной точке.}$$

Поле тока характеризуется линиями плотности тока, которые по направлению совпадают с линиями напряжённости.

Для изучения потенциалов здесь применён метод зондов. Зонд – дополнительный электрод, который вводят в исследуемую точку поля. Этот электрод соединяется с вольтметром, измеряющим потенциал относительно другой точки поля, принятой за начало отсчёта.

### Выполнение работы

1. Положить лист бумаги на изолированную подставку, а на противоположные концы бумаги — электроды (металлические пластины, форма которых задается преподавателем). Обвести контуры электродов. Снять электроды, смочить лист бумаги (вода в данной работе является проводящей средой — электролитом), положить электроды на лист бумаги по обведенным контурам.

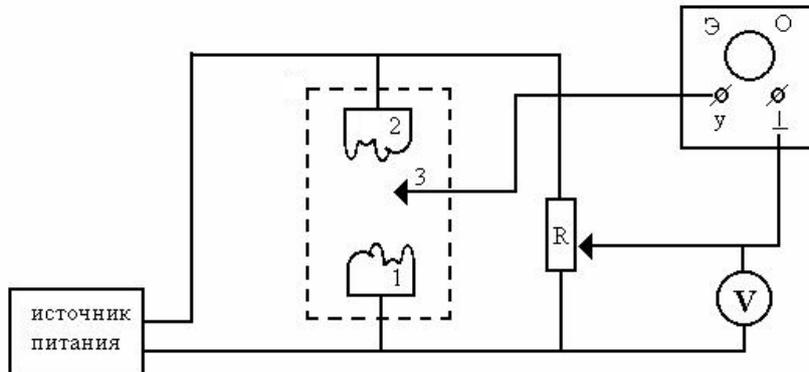


Рис. 1 Схеме экспериментальной установки

1. Собрать схему в соответствии с рис.1.
2. Установить между зондом 3 и электродом 1 разность потенциалов (напряжение) 1В с помощью реостата R.
3. Перемещая зонд 3 вдоль электрода 1 через 1 см, найти точки равного потенциала, при попадании зондом в которые на осциллографе высвечивается горизонтальная линия. Нанести эти точки на лист бумаги.
4. Получить одну из эквипотенциальных линий, соединив точки плавной линией. Указать потенциал линии. Получить аналогичным способом серию линий с потенциалами 2, 3, 4, 5 и 6 вольт.
5. Провести серию силовых линий.
6. Найти напряжённость поля по формуле (1), измерив, наименьшее расстояние между двумя ближайшими эквипотенциальными линиями, в области которых поле можно считать однородным.
7. Повторить опыт по пунктам 1 -7 для другой пары электродов.

### Контрольные вопросы

1. Основные характеристики электростатического поля (напряженность, потенциал): определение, формулы, единицы измерения, связь между ними.
2. Какие линии называются силовыми, эквипотенциальными (нарисовать для различных полей)? Каково их взаимное расположение?
3. Сформулируйте принцип суперпозиции полей для системы зарядов.
4. Запишите и поясните теорему Остроградского-Гаусса.
5. Сформулируйте уравнение Нернста для биологических систем.
6. Объясните природу биопотенциалов в живых организмах.

Работа выполнена	Работа зачтена

### Лабораторная работа №3.2

#### ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ.

**Цель работы:** определение температурного коэффициента сопротивления различных веществ.

**Оборудование:** электрическая печь с тремя катушками, источник питания, ключи, омметр, провода, термометр.

### Краткая теория

Электрическое сопротивление проводников и полупроводников зависит от температуры. У металлов с увеличением температуры оно возрастает. Это объясняется с точки зрения электронной теории. В металлических проводниках ток представляет собой упорядоченное движение свободных электронов. Положительные ионы металла прочно связаны между собой в узлах кристаллической решётки и совершают колебательные движения около положения равновесия. С повышением температуры увеличивается тепловое колебание ионов. Электроны в процессе упорядоченного движения испытывают большее число столкновений с ионами, отдавая часть своей кинетической энергии — это и приводит к возрастанию электрического сопротивления.

Зависимость сопротивления металлов от температуры с достаточной точностью, в широком диапазоне температур, определяется формулой:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \quad (1)$$

где:  $R_t$  — сопротивление проводника при температуре  $t$ ,  
 $R_0$  — сопротивление проводника при температуре  $0^\circ\text{C}$ ,  
 $\alpha$  — температурный коэффициент сопротивления (у металлов  $\alpha > 0$ ).

Отсюда получаем уравнение для физического смысла  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 \cdot t},$$

$\alpha$  — температурный коэффициент сопротивления — физическая величина, показывающая, какую часть составляет изменение сопротивления от исходного значения при нагревании на 1 градус. Из данной формулы:

$$[\alpha] = \frac{1}{^\circ\text{C}}, \quad \text{а в СИ} - [\alpha] = \frac{1}{\text{K}}.$$

Если измерения проводятся при комнатной температуре  $t_1$ , то сопротивлению проводника обозначим  $R_1$ , которое в соответствии с (1) равно:

$$R_1 = R_0(1 + \alpha t_1). \quad (2)$$

Если измерения проводятся при комнатной температуре  $t_2$ , то сопротивлению проводника обозначим  $R_2$ , которое в соответствии с (1) равно:

$$R_2 = R_0(1 + \alpha t_2). \quad (3)$$

Поделим почленно выражение (2) на (3):

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_0(1 + \alpha t_1)}{R_0(1 + \alpha t_2)},$$

откуда получаем значение  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{t_2 R_1 - t_1 R_2}, \quad (4)$$

где  $t_1$  — температура первого измерения,  $t_2$  — температура последующего измерения,  $R_1$  — сопротивление при  $t_1$ ,  $R_2$  — сопротивление при температуре  $t_2$ .

У всех металлов сопротивление увеличивается с увеличением температуры, а следовательно, для металлов  $\alpha > 0$ . Для всех **чистых металлов** температурный коэффициент сопротивления близок к  $1/273 \text{ 1/K} = 0,00367 \text{ 1/K}$ , т.е. к величине температурного коэффициента расширения газов. Следует отметить, что некоторые **сплавы** имеют весьма малое  $\alpha$ , примером чего может служить константан ( $\alpha$  от  $-0,00004$  до  $+0,00001 \text{ K}^{-1}$ ). Поэтому проволоки из таких сплавов применяют для изготовления точных образцов (эталонов) сопротивлений.

У полупроводников зависимость сопротивления от температуры обратная — с увеличением температуры сопротивление их уменьшается. Проводимость полупроводников обусловлена носителями заряда двух типов — свободными электронами и «дырками». В

элементарной ячейке кристаллической решётки полупроводника каждый атом связан с четырьмя соседними ковалентными связями, в каждой из которых от атома участвуют по одному электрону. При низких температурах эти связи достаточно прочны, и полупроводник ведёт себя почти как диэлектрик. При повышении температуры электроны приобретают дополнительную энергию и разрывают связи. Чем выше температура, тем больше свободных электронов, то есть больше проводимость. Там, где связь является незаполненной, образуется вакантное место — «дырка», которое может заполнить электрон из другой связи. При включении внешнего поля движение электронов и дырок становится упорядоченным, что и представляет собой ток в полупроводниках.

Зависимость сопротивления *полупроводников* от температуры также выражается формулой (1). Например, удельное сопротивление полупроводника  $Ag_2S$  при комнатной температуре  $\rho \approx 5 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , а его температурный коэффициент  $\alpha = -5 \cdot 10^{-2} \text{ град}^{-1}$ .

Высокое удельное сопротивление полупроводника и резко выраженная зависимость его сопротивления от температуры позволяют изготавливать полупроводниковые термометры сопротивления (*термисторы*), обладающие малыми размерами и большой чувствительностью. Это даёт возможность использовать термистор для измерения температуры очень малых объектов, например малых участков растительных и животных организмов.

### Выполнение работы

1. Собрать схему, согласно рис.1. Термометр установить на уровне плоскости, проходящей через середины катушек измеряемых сопротивлений.
2. Измерить начальную температуру  $t_1$ .
3. Переключив ключ  $K_{л1}$  на клемму справа (рисунок 1), включаем в цепь мостика катушку  $K_1$ . С помощью омметра определяем её сопротивление  $R$  (нажать кнопку и, не отпуская, с помощью лимба выставить стрелку на ноль). Аналогично, переключив ключи  $K_{л1}$  и  $K_{л2}$  (по схеме) определить сопротивления катушек  $K_2$  и  $K_3$ .

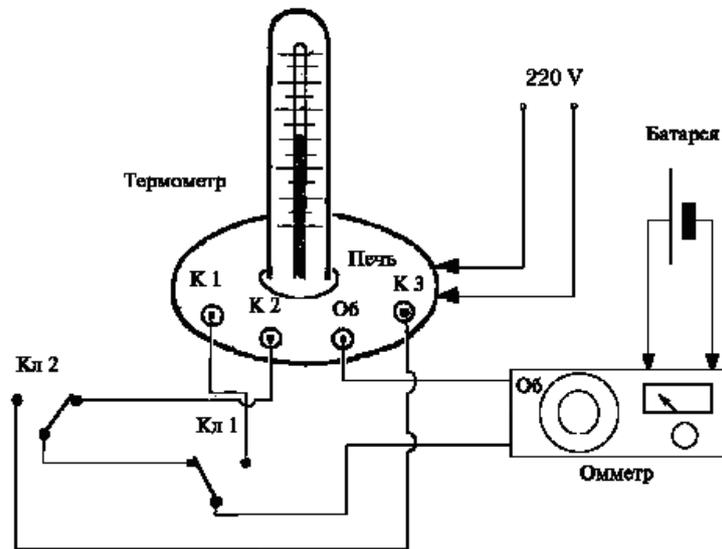


Рис.1  
Схема экспериментальной установки

4. Включить печь. Измерять сопротивления катушек через каждые  $8^{\circ}10^{\circ}\text{C}$ , записывая в таблицу 1 значения  $R$  и  $t$  для каждого материала. Прodelать измерения 6 раз. В момент измерений, печь целесообразно отключать.
5. Рассчитать по формуле (4) значения температурного коэффициента сопротивления для каждой катушки.
6. Определить из какого материала сделаны катушки (чистые металлы, сплавы, полупроводники), сравнивая полученные значения температурного

коэффициента сопротивления для каждой катушки со справочными значениями температурного коэффициента сопротивления для различных материалов.

	$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$\alpha, ^\circ\text{C}^{-1}$	$\Delta\alpha, ^\circ\text{C}^{-1}$	$\frac{\Delta\alpha_{\text{ср}}}{\alpha_{\text{ср}}} \cdot 100 \%$
<i>Катушка № 1 (материал _____)</i>					
<i>Среднее</i>					
<i>Катушка № 2 (материал _____)</i>					
<i>Среднее</i>					
<i>Катушка № 3 (материал _____)</i>					
<i>Среднее</i>					

Таблица 1

### Контрольные вопросы

1. Как зависит сопротивление металлов и полупроводников от температуры? Объясните эту зависимость с точки зрения электронной теории.
2. Дайте определение температурного коэффициента сопротивления.
3. Выведите формулу для определения температурного коэффициента сопротивления.
4. Как учитывается температурная зависимость сопротивления полупроводников и металлов в науке и технике?
5. Как используется температурная зависимость сопротивления полупроводников при определении параметров биологических систем?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа № 3.3

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ МОСТИКОМ УИТСТОНА

**Цель работы:** экспериментальное определение неизвестных сопротивлений мостиком

Уитстона.

**Оборудование:** реохорд, гальванометр, магазин сопротивлений, исследуемые сопротивления, аккумулятор на 1,2 В, реостат.

### Краткая теория

Теоретическая схема мостика Уитстона представляет собой замкнутый контур (рис.1), образованный четырьмя проводниками, имеющими различные сопротивления  $R_1, R_2, R_3, R_4$ . Точки А и С этого контура соединены с полюсами источника тока. На участках АВС и ADC происходит падение потенциала от А до С. Можно путём набора сопротивлений  $R_1$  и  $R_3$  найти такую точку D, потенциал которой будет равен потенциалу т. В, то есть  $\varphi_B = \varphi_D$ . Если эти точки цепи соединить через гальванометр, то он ток не покажет. Так

как  $\varphi_B = \varphi_D$ , то можно записать:  $\varphi_A - \varphi_B = \varphi_A - \varphi_D$  и  $\varphi_B - \varphi_C = \varphi_D - \varphi_C$ . (1)

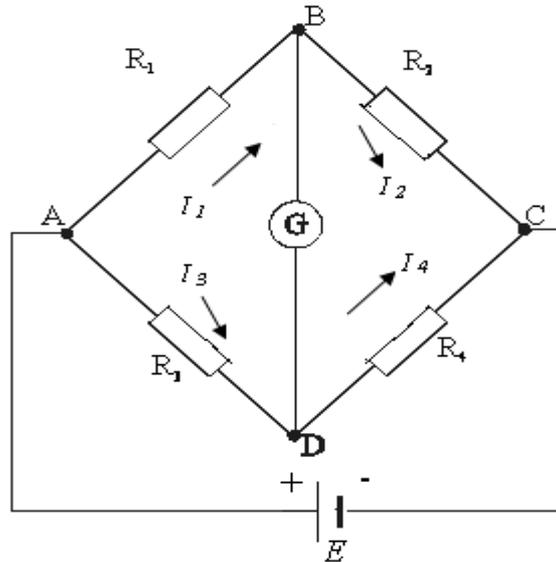


Рис.1

Электрическая схема моста Уитстона

По закону Ома разность потенциалов на участке цепи равна произведению силы тока на сопротивление этого участка, поэтому выражение (1) можно переписать так:

$$\begin{aligned} I_1 \cdot R_1 &= I_3 \cdot R_3 \\ I_2 \cdot R_2 &= I_4 \cdot R_4 \end{aligned} \quad (2)$$

Так как ток через гальванометр G не течет, то:  $I_1 = I_2, I_3 = I_4$ . Разделив выражение (2)

почленно одно на другое, получим:  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ . (3)

Это уравнение устанавливает зависимость между четырьмя сопротивлениями мостика Уитстона, если потенциалы точек В и D равны.

Пользуясь уравнением (3), можно определить любое из составляющих его четырёх сопротивлений, если известны остальные три.

Искомое сопротивление  $R_x$  составляет одну ветвь мостика (рис.2), во вторую ветвь включен магазин сопротивлений  $R_2$  - это сопротивление можно менять в больших пределах. Сопротивления  $R_3$  и  $R_4$  представляют собой реохорд со скользящим контактом D (рис.2). Перемещая скользящий контакт D по струне реохорда, можно подобрать отношения сопротивления так, чтобы выполнялось равенство (3).

Сопротивления  $R_3$  и  $R_4$  можно рассчитать по формулам:

$$R_3 = \rho \frac{l_3}{S}; \quad R_4 = \rho \frac{l_4}{S}.$$

Отношение сопротивлений  $R_3/R_4$  равно отношению длин  $l_3/l_4$ , так как удельное сопротивление  $\rho$  и площадь сечения  $S$  по всей длине проволоки одинаковы. Перемещают контакт  $D$  по струне  $AC$  до тех пор, пока стрелка гальванометра станет на нулевое деление.

Тогда между четырьмя сопротивлениями существует соотношение:  $\frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} = \frac{l_3}{l_4}$ .

Откуда: 
$$R_x = R_2 \cdot \frac{l_3}{l_4}. \quad (4)$$

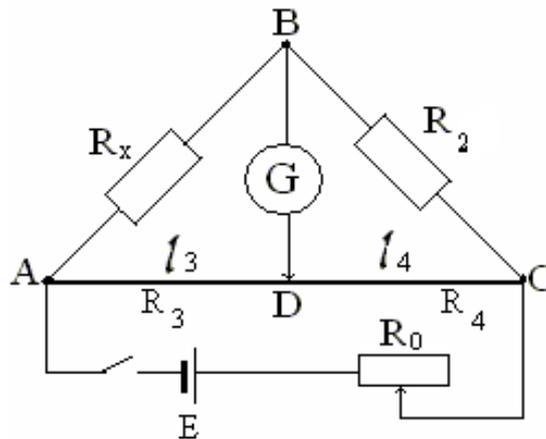


Рис.2

Схема мостика Уитстона с реохордом

Принципиальная схема моста Уитстона лежит в основе приборов, измеряющих физические величины, изменение которых приводит к изменению электрического сопротивления системы.

### Выполнение работы

1. Собрать цепь по схеме (рис.2.).
2. Включить при помощи магазина сопротивление  $R_2$  по указанию преподавателя.
3. Двигая ползунком  $D$ , добиться того, чтобы стрелка гальванометра показывала бы ноль.
4. Определить по шкале реохорда длину участков  $l_3$  и  $l_4$ , записать эти и значения последующих измеряемых величин в таблицу 1.

Таблица 1

5. Измерения произвести не менее трёх раз для различных значений  $R_2$ .

		$R_2, Ом$	$l_3, м$	$l_4, м$	$R_x, Ом$	$\Delta R_x, Ом$	$\frac{\Delta R_{x\text{ ср}}}{R_{x\text{ ср}}}, \%$
$R_{x1}$	1						
	2						
	3						
	$Cp$						
$R_{x2}$	1						
	2						
	3						
	$Cp$						
$R_{noc}$	1						
	2						
	3						
	$Cp$						
$R_{нар}$	1						
	2						
	3						
	$Cp$						

6. Аналогичную работу проделать со вторым неизвестным сопротивлением.

7. Соединить неизвестные сопротивления последовательно, параллельно, включая их в цепь мостика и повторяя операции 2 -5.

8. Рассчитать неизвестные сопротивления по формуле (4). Результаты занести в таблицу 1

9. Сравнить экспериментальные данные  $R_{noc}$  и  $R_{нар}$  из таблицы 1 с их теоретическими значениями, полученными по формулам:

для последовательного -  $R_{noc} = R_{x1} + R_{x2}$  и для параллельного соединения:

$$R_{нар} = \frac{R_{x1} \cdot R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}}, \quad \text{где } R_{x1} = R_{x1\text{ ср}} \text{ и } R_{x2} = R_{x2\text{ ср}} \text{ из таблицы 1.}$$

### Контрольные вопросы

1. Принцип работы моста Уитстона.
2. Выведите формулу для расчёта неизвестного сопротивления в мостике Уитстона.
3. С какой целью в схеме используется реохорд? Можно ли в качестве реохорда использовать медную проволоку?
4. Для измерения каких величин можно использовать мостовой способ?
5. С какими целями используют сопротивления в электрических схемах?

Работа выполнена	Работа зачтена

### Лабораторная работа №3.4

#### ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

**Цель работы:** экспериментально проверить законы Кирхгофа для разветвленных электрических цепей.

**Оборудование:** набор катушек сопротивлений, смонтированных на панели, вольтметр, два аккумулятора, провода.

### Краткая теория

При расчете простых электрических цепей используют законы Ома. Если же цепь состоит из большого числа сопротивлений и ЭДС, соединенных между собой как последовательно, так и параллельно, то для нахождения токов в каждом элементе цепи применяют законы Кирхгофа.

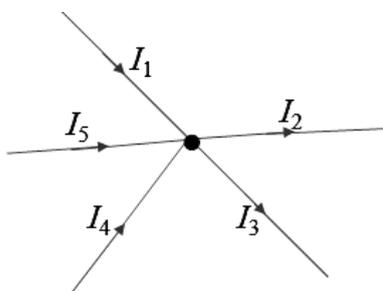


Рис. 2 Узел электрической цепи.

*Первый закон Кирхгофа:* алгебраическая сумма сил токов в узле равна нулю.

$$\sum_{i=1}^{i=n} I_i = 0. \quad (1)$$

Узел – это точка, где сходится (соединяются) более двух проводников.

Представим себе, что в некоторой точке разветвленной цепи, например, в узле (рис.1) сходятся проводники, при этом ток  $I_1$  направлен к этой точке, а токи  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  — от нее.

Так как рассматривается алгебраическая сумма, то необходимо задать правило выбора знака для тока:

*ток, входящий в узел электрической цепи, берется со знаком плюс, а выходящий со знаком минус.*

Тогда, по первому закону Кирхгофа следует, что:  $I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$ .

Первый закон Кирхгофа исходит из того, что в любой момент времени к узлу (рис.1) притекает такое же количество электричества, которое от него уходит, то есть в узле электрические заряды не накапливаются и не убывают.

*Второй закон Кирхгофа* относится к любому замкнутому контуру разветвленной цепи. *Контур* – это любая электрическая цепь без разветвлений.

2-й закон гласит: *в замкнутом контуре алгебраическая сумма ЭДС, включенных в данный контур, равна алгебраической сумме напряжений, действующих на отдельных участках этого контура.*

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{k=1}^l U_k. \quad (2)$$

Так как напряжение, действующее на участке цепи, равно произведению силы тока на сопротивление этого участка, то второй закон Кирхгофа можно выразить так:

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{k=1}^l I_k \cdot R_k, \quad (3)$$

*В замкнутом контуре алгебраическая сумма электродвижущих сил, включенных в данный контур, равна алгебраической сумме произведений токов на сопротивление соответствующих участков контура.*

Для правильного применения этого закона необходимо установить правило выбора знаков.

1. Задают произвольно направление обхода контура (по часовой стрелке или против).
2. Если направление обхода совпадает с направлением тока на данном участке цепи, то сила тока и падение напряжения на этом участке берется со знаком «плюс» (+), если не совпадает — со знаком «минус» (-).
3. ЭДС источников, находящихся в данном контуре, берется со знаком «плюс» (+), если при выбранном обходе контура осуществляется переход внутри источника от отрицательного полюса к положительному. В противном случае ЭДС берется со знаком «минус» (-).

Рис.2  
Замкнутый контур электрической цепи

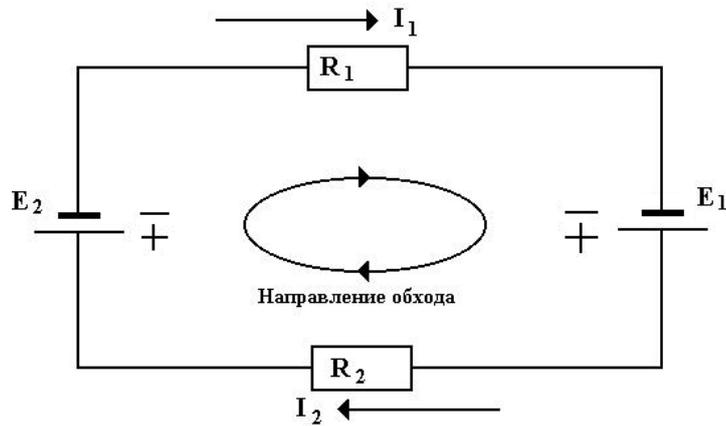
Например, для контура, данного на рис. 2, второй закон Кирхгофа запишется в таком виде:

$$E_1 - E_2 = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2.$$

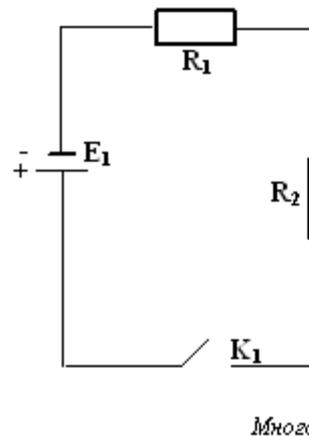
### Выполнение работы

Для проверки законов собирается сложная электрическая цепь, изображенная на рис.3, где введены следующие обозначения:  $E_1$  и  $E_2$  – аккумуляторы;  $K_1$  и  $K_2$  – ключи;  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7$  – сопротивления участков цепи; 1, 2, 3, 4 – номера узлов.

Величины сопротивлений даны на установке. Напряжение на участках цепи измеряется вольтметром. Вольтметр должен иметь большое сопротивление с тем, чтобы его подключение к участкам цепи практически не изменило бы распределение токов в цепях.



1. Занести значения сопротивлений с панелью 1, подключить источники  $E_1$  и  $E_2$ .
2. Измерьте вольтметром ЭДС каждого источника (подключить плюс вольтметра к плюсу источника).
3. Подключить аккумуляторы к панели с катушками сопротивлений.
4. Замкнуть ключи  $K_1$  и  $K_2$ .
5. Измерьте вольтметром напряжения, действующие на всех сопротивлениях, определяя при этом направления токов в них, пользуясь обозначением полюсов на вольтметре (за направление тока принято направление от (+) к (-) источника). Обозначить направления токов в каждом резисторе на схеме рис.3.
6. Результаты измерений занести в таблицу.



СО-  
ЛИ В  
ЧИТЬ

7. Определить значение силы тока на каждом участке, используя закон Ома для участка цепи  $I = \frac{U}{R}$ .
8. Зная величину и направление силы тока в каждой ветви цепи, определить по формуле (1) сумму токов для каждого из четырех узлов.

Таблица 1

				Первый закон		Второй закон			
$R, Ом$	$U, В$	$I, А$	$№$ узла	$\sum_{i=1}^n I_i, А$	Контур	$\sum_i^n E_i$ $B$	$\sum_k^l U_k$ $B$	$\sum_i^n E_i - \sum_k^l U_k$ $B$	
			1		1-2-Е <sub>1</sub> -1				
			2		1-3-2-1				
			3		1-4-3-1				
			4		2-3-4-2				
			5						
			6						
			7						
$E_1 = B$					$E_2 = B$				

9. Проверить справедливость формулы (2), рассчитав для выбранных контуров (в таблице 1 или в других по указанию преподавателя) значения:  $\sum_i^n E_i$ ,  $\sum_k^l U_k$ ,  $\sum_i^n E_i - \sum_k^l U_k$ .
10. Сделать вывод.

### Контрольные вопросы

1. Когда целесообразно использовать законы Кирхгофа для расчёта электрических цепей?
2. Как определяется в данной работе направление токов на участках цепи?
3. Сколько узлов в данной электрической цепи и сколько замкнутых контуров?
4. Первый закон Кирхгофа и правило знаков для токов в узле.
5. Второй закон Кирхгофа и правило выбора знаков для ЭДС и падения напряжения. Записать пример для любого контура в данной схеме.

Работа выполнена	Работа зачтена

### Задачи

#### Механика

#### Кинематика

1. Две прямые дороги пересекаются под углом  $\alpha=60^\circ$ . От перекрёстка по ним удаляются машины: одна со скоростью  $v_1=60$  км/ч, другая со скоростью  $v_2=80$  км/ч. Определить скорости  $v'$  и  $v''$ , с которыми одна машина удаляется от другой. Перекрёсток машины прошли одновременно.
2. Три четверти своего пути автомобиль прошёл со скоростью  $v_1=60$  км/ч, остальную часть пути – со скоростью  $v_2=80$  км/ч. Какова средняя путевая скорость  $\langle v \rangle$  автомобиля?

3. Уравнение прямолинейного движения имеет вид  $x = At + Bt^2$ , где  $A = 3 \text{ м/с}$ ;  $B = -0,25 \text{ м/с}^2$ . Построить графики зависимости координаты и пути от времени для заданного движения.
4. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями  $x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$ ,  $x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$ , где  $A_1 = 20 \text{ м}$ ;  $A_2 = 2 \text{ м}$ ;  $B_2 = B_1 = 2 \text{ м/с}$ ;  $C_1 = -4 \text{ м/с}^2$ ;  $C_2 = 0,5 \text{ м/с}^2$ . В какой момент времени  $t$  скорости этих точек будут одинаковыми? Определить скорости  $v_1$  и  $v_2$  и ускорение  $a_1$  и  $a_2$  точек в этот момент.
5. С какой высоты  $H$  упало тело, последний метр своего пути оно прошло за время  $t = 0,1 \text{ с}$ ?
6. Движение точки по прямой задано уравнением  $x = At + Bt^2$ , где  $A = 2 \text{ м/с}$ ;  $B = -0,5 \text{ м/с}^2$ . Определить среднюю путевую скорость  $\langle v \rangle$  движения точки в интервале времени от  $t_1 = 1 \text{ с}$  до  $t_2 = 3 \text{ с}$ .
7. Материальная точка движется по плоскости согласно уравнению  $r(t) = iAt^3 + jBt^2$ . Написать зависимость: 1)  $v(t)$ ; 2)  $a(t)$ .
8. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением  $a_\tau = 0,5 \text{ м/с}^2$ . Определить полное ускорение  $a$  точки на участке кривой с радиусом кривизны  $R = 3 \text{ м}$ , если точка движется на этом участке со скоростью  $v = 2 \text{ м/с}$ .
9. Написать для четырёх случаев, представленных на рис. 1: 1) кинематические уравнения движения  $x = f_1(t)$  и  $y = f_2(t)$ ; 2) уравнение траектории  $y = \varphi(x)$ . На каждой позиции рисунка –  $a$ ,  $б$ ,  $в$ ,  $г$  – изображены координатные оси, указаны начальное положение точки  $A$ , её начальная скорость  $v_0$  и ускорение  $g$ .

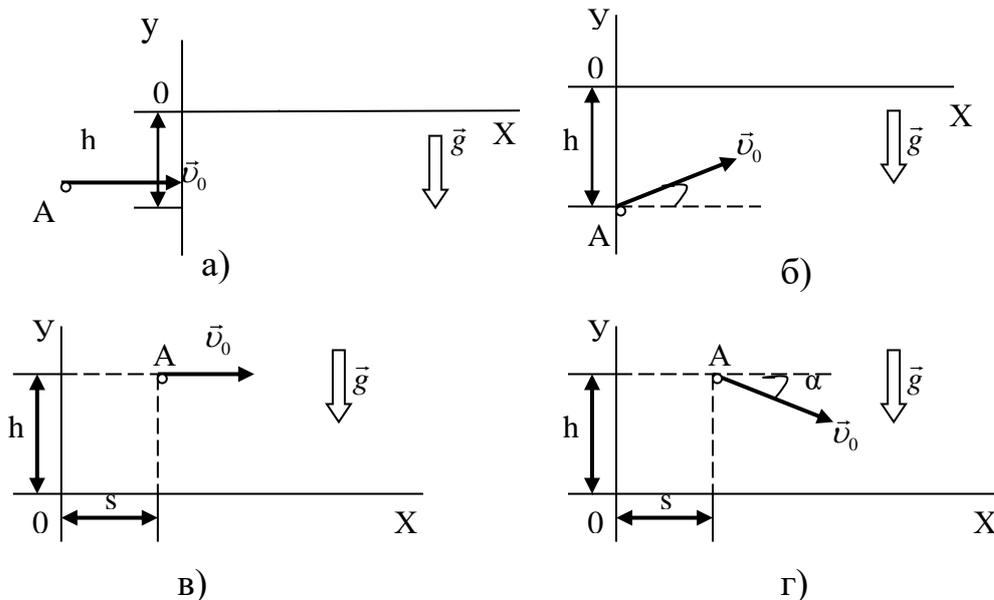


Рис.1

10. Пуля пущена с начальной скоростью  $v_0 = 200 \text{ м/с}$  под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Определить максимальную высоту  $H$  подъёма, дальность  $s$  полёта и радиус  $R$  кривизны траектории пули в её наивысшей точке. Сопротивлением воздуха пренебречь.
11. Два бумажных диска насажены на общую горизонтальную ось так, что плоскости их параллельны и отстоят на  $d = 30 \text{ см}$  друг от друга. Диски вращаются с частотой  $n = 25 \text{ с}^{-1}$ . Пуля, летевшая параллельно оси, на расстоянии  $r = 12 \text{ см}$  от нее пробила оба диска. Пробойны в дисках смещены друг относительно друга на расстояние  $s = 5 \text{ см}$ , считая по дуге окружности. Найти среднюю путевую скорость  $\langle v \rangle$  пули в промежутке между дисками и оценить создаваемое силой тяжести смещение пробоин в вертикальном направлении. Сопротивление воздуха не учитывать.
12. На цилиндр, который может вращаться около горизонтальной оси, намотана нить. К концу нити привязали грузик и предоставили ему возможность опускаться. Двигаясь равноускоренно, грузик за время  $t = 3 \text{ с}$  опустился на  $h = 1,5 \text{ м}$ . Определить угловое ускорение  $\varepsilon$  цилиндра, если его радиус  $r = 4 \text{ см}$ .

13. Диск радиусом  $r=20\text{см}$  вращается согласно уравнению  $\varphi=A+Bt+Ct^3$ , где  $A=3\text{рад}$ ;  $B=-1\text{рад/с}$ ;  $C=0,1\text{рад/с}^3$ . Определить тангенциальное  $a_t$ , нормальное  $a_n$  и полное  $a$  ускорения точек на окружности диска для момента времени  $t=10\text{с}$ .
14. Колесо автомашины вращается равноускоренно. Сделав  $N=50$  полных оборотов, оно изменило частоту вращения от  $n_1=4\text{с}^{-1}$  до  $n_2=6\text{с}^{-1}$ . Определить угловое ускорение  $\varepsilon$  колеса.
15. На токарном станке протачивается вал диаметром  $d=60\text{мм}$ . Продольная подача  $h$  резца равна  $0,5\text{мм}$  за один оборот. Какова скорость  $v$  резания, если за интервал времени  $\Delta t=1\text{мин}$  протачивается участок вала длиной  $l=12\text{см}$ ?

### Динамика.

- На столе стоит тележка массой  $m_1=4\text{кг}$ . К тележке привязан один конец шнура, перекинутого через блок. С каким ускорением  $a$  будет двигаться тележка, если к другому концу шнура привязать гирю массой  $m_2=1\text{кг}$ ?
- Наклонная плоскость, образующая угол  $\alpha=25^\circ$  с плоскостью горизонта, имеет длину  $l=2\text{м}$ . Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время  $t=2\text{с}$ . Определить коэффициент трения  $f$  тела о плоскость.
- Материальная точка массой  $m=2\text{кг}$  движется под действием некоторой силы  $F$  согласно уравнению  $x=A+Bt+Ct^2+Dt^3$ , где  $C=1\text{м/с}^2$ ,  $D=-0,2\text{м/с}^3$ . Найти значение этой силы в моменты времени  $t_1=2\text{с}$  и  $t_2=5\text{с}$ . В какой момент времени сила равна нулю?
- Тело массой  $m=5\text{кг}$  брошено под углом  $\alpha=30^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0=20\text{м/с}$ . Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти: 1) импульс силы  $F$ , действующей на тело, за время его полёта; 2) изменение  $\Delta p$  импульса тела за время полёта.
- Шарик массой  $m=100\text{г}$  упал с высоты  $h=2,5\text{м}$  на горизонтальную плиту, масса которой много больше массы шарика, и отскочил от неё вверх. Считая удар абсолютно упругим, определить импульс  $p$ , полученный плитой.
- Автоцистерна с керосином движется с ускорением  $a=0,7\text{м/с}^2$ . Под каким углом  $\varphi$  к плоскости горизонта расположен уровень керосина в цистерне?
- Диск радиусом  $R=40\text{см}$  вращается вокруг вертикальной оси. На краю диска лежит кубик. Принимая коэффициент трения  $f=0,4$ , найти частоту  $n$  вращения, при которой кубик соскользнёт с диска.
- Автомобиль массой  $m=5\text{т}$  движется со скоростью  $v=10\text{м/с}$  по выпуклому мосту. Определить силу  $F$  давления автомобиля на мост в его верхней части, если радиус  $R$  кривизны моста равен  $50\text{м}$ .
- Автомобиль идёт по закруглению шоссе, радиус  $R$  кривизны которого равен  $200\text{м}$ . Коэффициент трения  $f$  колёс о покрытие дороги равен  $0,1$  (гололёд). При какой скорости  $v$  автомобиля начнётся его занос?
- Тонкое однородное медное кольцо радиусом  $R=10\text{см}$  вращается относительно оси, проходящей через центр кольца, с угловой скоростью  $\omega=10\text{рад/с}$ . Определить нормальное напряжение  $\sigma$ , возникающей в кольце в двух случаях: 1) когда ось вращения перпендикулярна плоскости кольца и 2) лежит в плоскости кольца. Деформацией кольца при вращении пренебречь.
- Определить момент инерции  $J$  материальной точки массой  $m=0,3\text{кг}$  относительно оси, отстоящей от точки на  $r=20\text{см}$ .

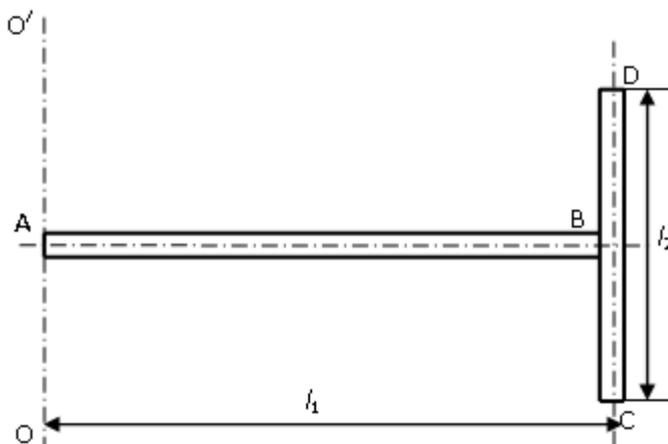


Рис. 2

12. Два однородных тонких стержня: АВ длиной  $l_1=40\text{см}$  и массой  $m_1=900\text{г}$  CD длиной  $l_2=40\text{см}$  и массой  $m_2=400\text{г}$  скреплены под прямым углом (рис.2).

Определить момент инерции  $J$  системы стержней относительно оси  $OO'$  проходящей через конец стержня АВ параллельно стержню CD.

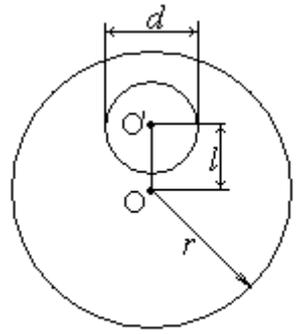


Рис. 4

13. Определить момент инерции  $J$  проволочного равностороннего треугольника со стороной  $a = 10\text{ см}$  относительно: 1) оси, лежащей в плоскости треугольника и проходящей через его вершину параллельно стороне, противоположной этой вершине (рис.3, а); 2) оси, совпадающей с одной из сторон треугольника (рис.3, б). Масса треугольника  $m$  равна  $12\text{ г}$  и равномерно распределена по длине проволоки.
14. В однородном диске массой  $m = 1\text{ кг}$  и радиусом  $r = 30\text{ см}$  вырезано круглое отверстие диаметром  $d = 20\text{ см}$ , центр которого находится на расстоянии  $l = 15\text{ см}$  от оси диска (рис.4). Найти момент инерции  $J$  полученного тела относительно оси, проходящей перпендикулярно плоскости диска через его центр.
15. Тонкий однородный стержень длиной  $l = 1\text{ м}$  может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через  $O$  на стержне (рис.5). Стержень отклонили от вертикали на угол  $\alpha$  и отпустили. Определить для начального момента времени угловое  $\varepsilon$  и тангенциальное  $a_\tau$  ускорение точки  $B$  на стержне. Вычисления произвести для следующих случаев: 1)  $a = 0$ ,  $b = 2/3l$ ,  $\alpha = \pi/2$ ; 2)  $a = 1/3$ ,  $b = 1$ ,  $\alpha = \pi/3$ ; 3)  $a = 1/4$ ,  $b = 1/2$ ,  $\alpha = 2/3\pi$ .

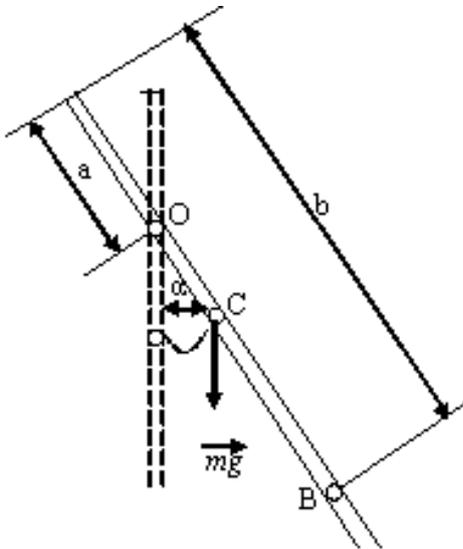
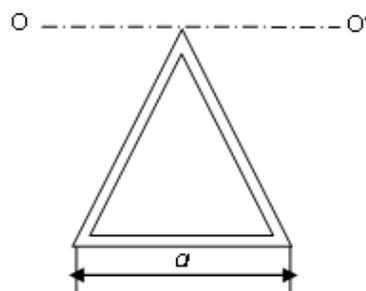
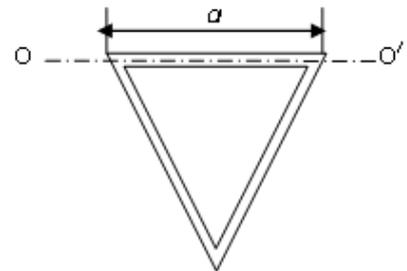


Рис. 5



а)



б)

Рис. 3

16. Вал массой  $m = 100\text{ кг}$  и радиусом  $R = 5\text{ см}$  вращался с частотой  $n = 8\text{ с}^{-1}$ . К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой  $F = 40\text{ Н}$ , под действием которой вал остановился через  $t = 10\text{ с}$ . Определить коэффициент трения  $f$ .

17. Два тела массами  $m_1=0,25\text{кг}$  и  $m_2=0,15\text{кг}$  связаны тонкой нитью, переброшенной через блок (рис.6). Блок укреплен на краю горизонтального стола, по поверхности которого скользит тело массой  $m_1$ . С каким ускорением  $a$  движутся тела и каковы силы  $T_1$  и  $T_2$  натяжения нити по обе стороны от блока? Коэффициент трения тела о поверхность стола равен  $0,2$ . Масса  $m$  блока равна  $0,1\text{кг}$  и её можно считать равномерно распределённой по ободу. Массой нити и трением в подшипниках оси блока пренебречь.

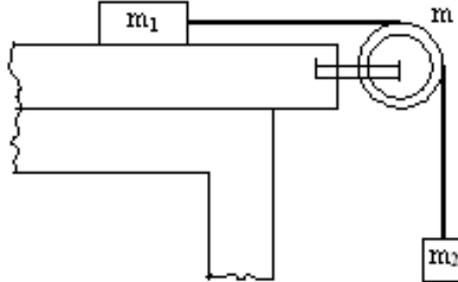


Рис. 6

18. Шар массой  $m=10\text{кг}$  и радиусом  $R=20\text{см}$  вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид  $\varphi=A+Bt^2+Ct^3$ , где  $B=4\text{рад/с}^2$ ;  $C=-1\text{рад/с}^3$ . Найти закон изменения момента сил, действующих на шар. Определить момент сил  $M$  в момент времени  $t=2\text{с}$ .
19. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по окружности на высоте  $h=3,6\text{Мм}$ . Определить линейную скорость  $v$  спутника. Радиус  $R$  Земли и ускорение свободного падения  $g$  на поверхности Земли считать известным.
20. К проволоке диаметром  $d=2\text{мм}$  подвешен груз массой  $m=1\text{кг}$ . Определить напряжение  $\sigma$ , возникшее в проволоке.
21. Однородный стержень длиной  $l=1,2\text{м}$ , площадью поперечного сечения  $S=2\text{см}^2$  и массой  $m=10\text{кг}$  вращается с частотой  $n=2\text{с}^{-1}$  вокруг вертикальной оси, проходящей через конец стержня, скользя при этом без трения по горизонтальной поверхности. Найти наибольшее напряжение  $\sigma_{\text{max}}$  материала стержня при данной частоте вращения.
22. К вертикальной проволоке длиной  $l=5\text{м}$  и площадью поперечного сечения  $S=2\text{мм}^2$  подвешен груз массой  $m=5,1\text{кг}$ . В результате проволока удлинилась на  $x=0,6\text{мм}$ . Найти модуль Юнга материала проволоки.
23. К стальному стержню длиной  $l=3\text{м}$  и диаметром  $d=2\text{см}$  подвешен груз массой  $m=2,5 \cdot 10^3\text{кг}$ . Определить напряжение  $\sigma$  в стержне, относительное  $\varepsilon$  и абсолютное  $x$  удлинения стержня.
24. Проволока длиной  $l=2\text{м}$  и диаметром  $d=1\text{мм}$  натянута практически горизонтально. Когда к середине проволоки подвесили груз массой  $m=1\text{кг}$ , проволока растянулась настолько, что точка подвеса опустилась на  $h=4\text{см}$ . Определить модуль Юнга  $E$  материала проволоки.

### Работа и энергия. Закон сохранения.

1. Под действием постоянной силы  $F$  вагонетка прошла путь  $s=5\text{м}$  и приобрела скорость  $v=2\text{м/с}$ . Определить работу  $A$  силы, если масса  $m$  вагонетки равна  $400\text{кг}$  и коэффициент трения  $f=0,01$ .
2. Найти работу  $A$  подъёма груза по наклонной плоскости длиной  $l=2\text{м}$ , если масса  $m$  груза равна  $100\text{кг}$ , угол наклона  $\varphi=30^\circ$ , коэффициент трения  $f=0,1$  и груз движется с ускорением  $a=1\text{м/с}^2$ .
3. Тело массой  $m=1\text{кг}$ , брошенное с вышки в горизонтальном направлении со скоростью  $v_0=20\text{м/с}$ , через  $t=3\text{с}$  упало на землю. Определить кинетическую энергию  $T$ , которую имело тело в момент удара о землю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

4. Материальная точка массой  $m=2\text{кг}$  двигалась под действием некоторой силы согласно уравнению  $x=A+Bt+Ct^2+Dt^3$ , где  $A=10\text{м}$ ;  $B=-2\text{м/с}$ ;  $C=1\text{м/с}^2$ ;  $D=-0,2\text{м/с}^3$ . Найти мощность  $N$ , затрачиваемую на движение точки, в моменты времени  $t_1=2\text{с}$  и  $t_2=5\text{с}$ .
5. Пружина жёсткостью  $k=10\text{кН/м}$  была сжата на  $x_1=4\text{см}$ . Какую нужно совершить работу  $A$ , чтобы сжатие пружины увеличить до  $x_2=18\text{см}$ ?
6. Две пружины с жёсткостями  $k=0,3\text{кН/м}$  и  $k_2=0,5\text{кН/м}$  скреплены последовательно и растянуты так, что абсолютная деформация  $x_2$  второй пружины равна  $3\text{см}$ . Вычислить работу  $A$ , растяжения пружин.
7. Две пружины, жёсткости которых  $k_1=1\text{кН/м}$  и  $k_2=3\text{кН/м}$ , скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию  $П$  данной системы при абсолютной деформации  $x=5\text{см}$ .
8. Пуля массой  $m=10\text{г}$ , летевшая со скоростью  $v=600\text{м/с}$ , попала в баллистический маятник (рис.7) массой  $M=5\text{кг}$  и застряла в нём. На какую высоту  $h$ , откачнувшись после удара, поднялся маятник?

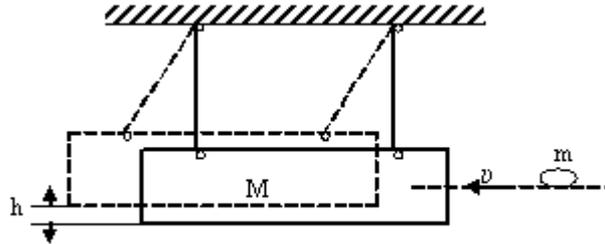


Рис. 7

9. Шар массой  $m_1=200\text{г}$ , движущийся со скоростью  $v_1=10\text{м/с}$ , ударяет неподвижный шар массой  $m_2=800\text{г}$ . Удар прямой, абсолютно упругий. Каковы будут скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара?
10. Шар массой  $m_1=10\text{кг}$ , движущийся со скоростью  $v_1=4\text{м/с}$ , сталкивается с шаром массой  $m_2=4\text{кг}$ , скорость  $v_2$  которого равна  $12\text{м/с}$ . Считая удар прямым, неупругим, найти скорость  $u$  шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.
11. В лодке массой  $m_1=240\text{кг}$  стоит человек массой  $m_2=60\text{кг}$ . Лодка плывёт со скоростью  $v_1=2\text{м/с}$ . Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью  $v=4\text{м/с}$  (относительно лодки). Найти скорость  $u$  и движение лодки после прыжка человека в двух случаях: 1) человек прыгает вперёд по движению лодки и 2) в сторону, противоположную движению лодки.
12. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием  $M=15\text{т}$ . Орудие стреляет вверх под углом  $\varphi=60^\circ$  к горизонту в направлении пути. С какой скоростью  $v_1$  покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда  $m=20\text{кг}$  и он вылетает со скоростью  $v_2=600\text{м/с}$ ?
13. Снаряд массой  $m=10\text{кг}$  обладал скоростью  $v=200\text{м/с}$  в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой  $m_1=3\text{кг}$  получила скорость  $u_1=400\text{м/с}$  в прежнем направлении. Найти скорость  $u_2$  второй, большей части после разрыва.
14. Маховик вращается по закону, выражаемому уравнением  $\varphi=A+Bt+Ct^2$ , где  $A=2\text{рад}$ ;  $B=32\text{рад/с}$ ;  $C=-4\text{рад/с}^2$ . Найти среднюю мощность  $\langle N \rangle$ , развиваемую силами, действующими на маховик при его вращении, до остановки, если его момент инерции  $J=100\text{кг}\cdot\text{м}^2$ .
15. Маховик в виде диска массой  $m=80\text{кг}$  и радиусом  $R=30\text{см}$  находится в состоянии покоя. Какую работу  $A_1$  нужно совершить, чтобы сообщить маховику частоту  $n=10\text{с}^{-1}$ ? Какую работу  $A_2$  пришлось бы совершить, если бы при той же массе диск имел меньшую толщину, но вдвое больший радиус?

16. Обруч и сплошной цилиндр, имеющие одинаковую массу  $m=2\text{кг}$ , катятся без скольжения с одинаковой скоростью  $v=5\text{м/с}$ . Найти кинетические энергии  $T_1$  и  $T_2$  этих тел.
17. Определить линейную скорость  $v$  центра шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой  $h=1\text{м}$ .
18. Однородный тонкий стержень массой  $m_1=0,2\text{кг}$  и длиной  $l=1\text{м}$  может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси  $z$ , проходящей через точку  $O$  (рис.8). В точку  $A$  на стержне попадает пластилиновый шарик, летящий горизонтально (перпендикулярно оси  $z$ ) со скоростью  $v=10\text{м/с}$  и прилипает к стержню. Масса  $m_2$  шарика равна  $10\text{г}$ . Определить угловую скорость  $\omega$  стержня и линейную скорость  $u$  нижнего кольца стержня в начальный момент времени. Вычисления выполнить для следующих значений расстояния между точками  $A$  и  $O$ : 1)  $1/2$ ; 2)  $1/3$ ; 3)  $1/4$ .

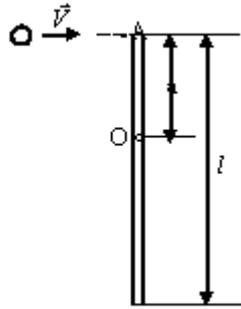


Рис. 8

19. Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой  $m=0,4\text{кг}$ , летящий в горизонтальном направлении со скоростью  $v=20\text{м/с}$ . Траектория мяча проходит на расстоянии  $r=0,8\text{м}$  от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнёт вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции  $J$  человека и скамьи равен  $6\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ?
20. Человек стоит на скамье Жуковского и держит в руках стержень, расположенный вертикально вдоль оси вращения скамейки. Стержень служит осью вращения колеса, расположенного на верхнем конце стержня. Скамья неподвижна, колесо вращается с частотой  $n_1=10\text{с}^{-1}$ . Радиус  $R$  колеса равен  $20\text{см}$ , его  $m=3\text{кг}$ . Определить частоту вращения  $n_2$  скамьи, если человек повернёт стержень на угол  $180^\circ$ ? Суммарный момент инерции  $J$  человека и скамьи равен  $6\text{кг}\cdot\text{м}^2$ . Массу колеса можно считать равномерно распределённой по ободу.

### Гармонические колебания

1. Определить период  $T$ , частоту  $\nu$  и начальную фазу  $\varphi$  колебаний, заданных уравнений  $x = A \sin \omega (t + \tau)$ , где  $\omega = 2,5\pi \text{ с}^{-1}$ ,  $\tau = 0,4 \text{ с}$ .
2. Точка совершает колебания по закону  $x = A \sin (\omega t + \varphi)$ , где
3.  $A = 4 \text{ см}$ . Определить начальную фазу  $\varphi$ , если: 1)  $x(0) = 2 \text{ см}$  и
4.  $x(0) < 0$ ; 2)  $x(0) = 2\sqrt{3} \text{ см}$  и  $x(0) > 0$ ; 3)  $x(0) = -2\sqrt{2} \text{ см}$  и  $x(0) < 0$ ; 4)  $x(0) = -2\sqrt{3} \text{ см}$  и  $x(0) > 0$ . Построить векторную диаграмму для момента  $t = 0$ .
5. Точка равномерно движется по окружности против часовой стрелки с периодом  $T = 6 \text{ с}$ . Диаметр  $d$  окружности равен  $20 \text{ см}$ . Написать уравнение движения проекции точки на оси  $x$ , проходящую через центр окружности, если в момент времени, принятый за начальный, проекция на оси  $x$  равна нулю. Найти смещение  $x$ , скорость  $\dot{x}$  и ускорение  $\ddot{x}$  проекции точки в момент  $t = 1 \text{ с}$ .
6. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами  $A_1 = 10 \text{ см}$  и  $A_2 = 6 \text{ см}$  складываются в одно колебание с амплитудой  $A = 14 \text{ см}$ . Найти разность фаз  $\Delta\varphi$  складываемых колебаний.
7. Точка участвует в двух одинаково направленных колебаниях:  $x_1 = A_1 \sin \omega t$  и  $x_2 = A_2 \cos \omega t$ , где  $A_1 = 1 \text{ см}$ ;  $A_2 = 2 \text{ см}$ ;  $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$ . Определить амплитуду  $A$  результирующего колебания, его частоту  $\nu$  и начальную фазу  $\varphi$ . Найти уравнение этого движения.

8. Складываются два взаимно перпендикулярных колебания, выражаемых уравнениями  $x = A_1 \sin \omega t$  и  $y = A_2 \cos \omega (t + \tau)$ , где  $A_1 = 2 \text{ см}$ ;  $A_2 = 1 \text{ см}$ ;  $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$ ;  $\tau = 0,5 \text{ с}$ . Найти уравнение траектории и построить её, показав направление движения точки.
9. Материальная точка массой  $m = 50 \text{ г}$  совершает колебания, уравнение которых имеет вид  $x = A \cos \omega t$ , где  $A = 10 \text{ см}$ ;  $\omega = 5 \text{ с}^{-1}$ . Найти силу  $F$ , действующую на точку, в двух случаях: 1) в момент, когда фаза  $\omega t = \pi/3 \text{ с}^{-1}$ ; 2) в положении наибольшего смещения точки.
10. Найти возвращающую силу  $F$  в момент  $t = 1 \text{ с}$  и полную энергию  $E$  материальной точки, совершающей колебания по закону  $x = A \cos \omega t$ , где  $A = 20 \text{ см}$ ;  $\omega = 2\pi/3 \text{ с}^{-1}$ . Масса  $m$  материальной точки равна  $10 \text{ г}$ .
11. Тонкий обруч, повешенный на гвоздь, вбитый горизонтально в стену, колеблется в плоскости, параллельной стене. Радиус  $R$  обруча равен  $30 \text{ см}$ . Вычислить период  $T$  колебаний обруча.

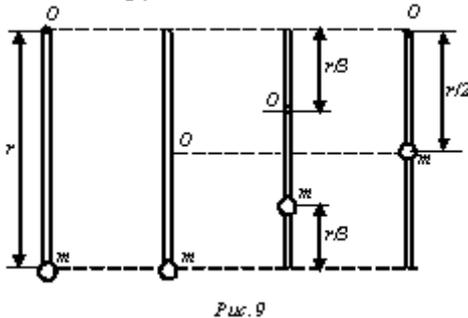


Рис. 9

12. Физический маятник представляет собой тонкий однородный стержень массой  $m$  с укрепленным на нём маленьким шариком массой  $m$ . Маятник совершает колебания около горизонтальной оси, проходящей через точку  $O$  на стержне. Определить период  $T$  гармонических колебаний маятника для случаев *a*, *b*, *в*, *г*, изображённых на рисунке 9. Длина  $l$  стержня равна  $1 \text{ м}$ . Шарик рассматривать как материальную точку.

1. Ареометр массой  $m = 50 \text{ г}$ , имеющий трубку диаметром  $d = 1 \text{ см}$ , плавает в воде. Ареометр немного погрузили в воду и затем предоставили самому себе, в результате чего он стал совершать гармонические колебания. Найти период  $T$  этих колебаний.
2. Набухшее бревно, сечение которого постоянно по всей длине, погрузилось вертикально в воду так, что над водой находится лишь малая (по сравнению с длиной) его часть. Период  $T$  колебаний бревна равен  $5 \text{ с}$ . Определить длину  $l$  бревна.
3. Амплитуда затухающих колебаний маятника за время  $t_1 = 5 \text{ мин}$  уменьшилась в два раза. За какое время  $t_2$  считая от начального момента, амплитуды уменьшатся в восемь раз?
4. Вагон массой  $m = 80 \text{ т}$  имеет четыре рессоры. Жесткость  $k$  пружин каждой рессоры равна  $500 \text{ кН/м}$ . При какой скорости  $v$  вагон начнёт сильно раскачиваться вследствие толчков на стыках рельс, если длина  $l$  рельса равна  $12,8 \text{ м}$ ?
5. К спиральной пружине жесткостью  $k = 10 \text{ Н/м}$  подвесили грузик массой  $m = 10 \text{ г}$  и погрузили всю систему в вязкую среду. Приняв коэффициент сопротивления  $r$  равным  $0,1 \text{ кг/с}$ , определить: 1) частоту  $\nu_0$  собственных колебаний; 2) резонансную частоту  $\nu_{рез}$ ; 3) резонансную амплитуду  $A_{рез}$ , если вынуждающая сила изменяется по гармоническому закону и её амплитудное значение  $F_0 = 0,02 \text{ Н}$ ; 4) отношение резонансной амплитуды к статическому смещению под действием силы  $F_0$ .

### Гидродинамика

6. Вода течет в горизонтально расположенной трубе переменного сечения. Скорость  $v_1$  воды в широкой части трубы равна  $20 \text{ см/с}$ . Определить скорость  $v_2$  в узкой части трубы, диаметр  $d_2$  которой в  $1,5$  раза меньше диаметра  $d_1$  широкой части.

7. В широкой части горизонтально расположенной трубы нефть течет со скоростью  $v_1 = 2 \text{ м/с}$ . Определить скорость  $v_2$  нефти в узкой части трубы, если разность  $\Delta p$  давлений в широкой и узкой частях ее равна  $6.65 \text{ кПа}$ .
8. В горизонтально расположенной трубе с площадью  $S_1$  поперечного сечения, равной  $20 \text{ см}^2$ , течет жидкость. В одном месте труба имеет сужение, в котором площадь  $S_2$  сечения равна  $12 \text{ см}^2$ . Разность  $\Delta h$  уровней в двух манометрических трубках, установленных в широкой и узкой частях трубы, равна  $8 \text{ см}$ . Определить объемный расход  $Q_v$  жидкости.
9. Горизонтальный цилиндр насоса имеет диаметр  $d_1 = 20 \text{ см}$ . В нем движется со скоростью  $v_1 = 1 \text{ м/с}$  поршень, выталкивая воду через отверстие диаметром  $d_2 = 2 \text{ см}$ . С какой скоростью  $v_2$  будет вытекать вода из отверстия? Каково будет избыточное давление  $p$  воды в цилиндре?
10. К поршню спринцовки, расположенной горизонтально, приложена сила  $F = 15 \text{ Н}$ . Определить скорость  $v$  истечения воды из наконечника спринцовки, если площадь  $S$  поршня равна  $12 \text{ см}^2$ .
11. Давление  $p$  ветра на стену равно  $200 \text{ кПа}$ . Определить скорость  $v$  ветра, если он дует перпендикулярно стене. Плотность  $\rho$  воздуха равна  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .
12. Струя воды диаметром  $d = 2 \text{ см}$ , движущаяся со скоростью  $v = 10 \text{ м/с}$ , ударяется о неподвижную плоскую поверхность, поставленную перпендикулярно струе. Найти силу  $F$  давления струи на поверхность, считая, что после удара о поверхность скорость частиц воды равна нулю.
13. Бак высотой  $h = 15 \text{ мм}$  наполнен до краев водой. На расстоянии  $d = 1 \text{ м}$  от верхнего края бака образовалось отверстие малого диаметра. На каком расстоянии  $l$  от бака падает на пол струя, вытекающая из отверстия?
14. Струя воды с площадью  $S_1$  поперечного сечения, равной  $4 \text{ см}^2$ , вытекает в горизонтальном направлении из брандспойта, расположенного на высоте  $H = 2 \text{ м}$  над поверхностью Земли, и падает на эту поверхность на расстоянии  $l = 8 \text{ м}$  (рис.10). Пренебрегая сопротивлением воздуха движению воды, найти избыточное давление  $p$  воды в рукаве, если площадь  $S_2$  поперечного сечения рукава равна  $50 \text{ см}^2$ ?
15. Бак высотой  $H = 2 \text{ м}$  до краев заполнен жидкостью. На какой высоте  $h$  должно быть проделано отверстие в стене бака, чтобы место падения струи, вытекающей из отверстия, было на максимальном от бака расстоянии.
16. Вода течет по круглой гладкой трубе диаметром  $d = 5 \text{ см}$  со средней по сечению скоростью  $\langle v \rangle = 10 \text{ см/с}$ . Определить число Рейнольдса  $Re$  для потока жидкости в трубе и указать характер течения жидкости.
17. В трубе с внутренним диаметром  $d = 3 \text{ см}$  течет вода. Определить максимальный массовый расход  $Q_{m,\text{max}}$ , воды при ламинарном течении.
18. Медный шарик диаметром  $d = 1 \text{ см}$  падает с постоянной скоростью в касторовом масле. Является ли движение масла, вызванное падением шарика, ламинарным? Критическое значение числа Рейнольдса  $Re_{кр} = 0,5$ .
19. Латунный шарик диаметром  $d = 0,5 \text{ мм}$  падает в глицерине. Определить: 1) скорость  $v$  установившегося движения шарика; 2) является ли при этой скорости обтекание шарика ламинарным?
20. При движении шарика радиусом  $r_1 = 2,4 \text{ мм}$  в касторовом масле ламинарное обтекание наблюдается при скорости  $v_1$  шарика, не превышающей  $10 \text{ см/с}$ . При какой минимальной скорости  $v_2$  шарика радиусом  $r_2 = 1 \text{ мм}$  в глицерине обтекание станет турбулентным?

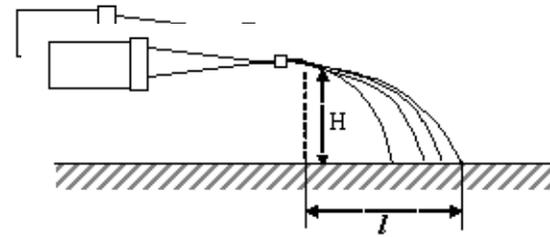


Рис. 10

### Молекулярная физика и термодинамика. Уравнение газового состояния.

1. В цилиндр длиной  $l = 1,6 \text{ м}$ , заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении  $p_0$ , начали медленно двигать поршень площадью  $S = 200 \text{ см}^2$ . Определить силу

- Г, которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии  $l_1 = 10$  см. от дна цилиндра.
- Оболочка воздушного шара объемом  $V = 800$  м<sup>3</sup> целиком заполнена водородом при температуре  $T_1 = 273$  К. На сколько изменится подъемная сила шара при повышении температуры до  $T_2 = 293$  К? Считать объем  $V$  оболочки неизменным и внешнее давление нормальным. В нижней части оболочки имеется отверстие, через которое водород может выходить в окружающее пространство.
  - Котел объемом  $V = 2$  м<sup>3</sup> содержит перегретый водяной пар массой  $m = 10$  кг при температуре  $T = 500$  К. определить давление  $p$  пара в котле.
  - Баллон объемом  $V = 20$  л содержит углекислый газ массой  $m = 500$  г под давлением  $p = 1,3$  МПа. Определить температуру  $T$  газа.
  - Манометр в виде стеклянной U-образной трубки с внутренним диаметром  $d = 5$  мм (рис. 8.1, а) наполнен ртутью так, что оставшийся в закрытом колене трубки воздух занимает при нормальном атмосферном давлении объем  $V_1 = 10$  мм<sup>3</sup>. При этом разность уровней  $\Delta h_1$  ртути в обоих коленах трубки равна 10 см. При соединении открытого конца трубки с большим сосудом (рис. 8.1, б) разность  $\Delta h_2$  уровней ртути уменьшилась до 1 см. Определить давление  $p$  в сосуде.
  - При нагревании идеального газа на  $\Delta T = 1$  К при постоянном давлении объем его увеличился на  $1/350$  первоначального объема. Найти начальную температуру  $T$  газа.
  - Полый шар вместимостью  $V = 10$  см<sup>3</sup>, заполненный воздухом при температуре  $T_1 = 573$  К, соединили трубкой с чашкой, заполненной ртутью. Определить массу  $m$  ртути, вошедшей в шар при остывании воздуха в нем до температуры  $T_2 = 293$  К. Изменением вместимости шара пренебречь.
  - В оболочке сферического аэростата находится газ объемом  $V = 1500$  м<sup>3</sup>, заполняющий оболочку лишь частично. На сколько изменится подъемная сила аэростата, если газ в аэростате нагреть от  $T_0 = 273$  К до  $T = 293$  К? Давления газа в оболочке и окружающего воздуха постоянны и равны нормальному атмосферному давлению.
  - Котел вместимостью  $V = 2$  м<sup>3</sup> содержит перегретый водяной пар массой  $m = 10$  кг при температуре  $T = 500$  К. Определить давление  $p$  пара в котле.
  - Определить количество вещества  $\nu$  водорода, заполняющего сосуд вместимостью  $V = 3$  л, если концентрация  $n$  молекул газа в сосуде равна  $2 \cdot 10^{18}$  м<sup>-3</sup>.
  - Газ массой  $m = 58,5$  г находится в сосуде вместимостью  $V = 5$  л. Концентрация  $n$  молекул газа равна  $2,2 \cdot 10^{26}$  м<sup>-3</sup>. Какой это газ?

### Основное уравнение кинетической теории газов. Энергия молекул.

- Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул газа, содержащегося в колбе вместимостью  $V = 240$  см<sup>3</sup> при температуре  $T = 290$  К и давлении  $p = 50$  кПа.
- В колбе вместимостью  $V = 100$  см<sup>3</sup> содержится некоторый газ при температуре  $T = 300$  К. На сколько понизится давление  $p$  газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет  $N = 10^{20}$  молекул?
- В колбе вместимостью  $V = 240$  см<sup>3</sup> находится газ при температуре  $T = 290$  К и давлении  $p = 50$  кПа. Определить количество вещества  $\nu$  газа и число  $N$  его молекул.
- Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon_{\text{п}} \rangle$  поступательного движения и среднее значение  $\langle \epsilon \rangle$  полной кинетической энергии молекулы водяного пара при температуре  $T = 600$  К. Найти также кинетическую энергию  $W$  поступательного движения всех молекул пара, содержащего количество вещества  $\nu = 1$  кмоль.
- Найти среднюю квадратичную  $\langle u_{\text{кв}} \rangle$ , среднюю арифметическую  $\langle u \rangle$  и наиболее вероятную  $u_{\text{в}}$  скорости молекул водорода. Вычисления выполнить для трех значений температуры: 1)  $T = 20$  К, 2)  $T = 300$  К, 3)  $T = 5$  кК.
- Колба вместимостью  $V = 4$  л содержит некоторый газ массой  $m = 0,6$  г под давлением  $p = 200$  кПа. Определить среднюю квадратичную скорость  $\langle u_{\text{кв}} \rangle$  молекул газа.
- Определить среднюю арифметическую скорость  $\langle u \rangle$  молекул газа, если их средняя квадратичная скорость  $\langle u_{\text{кв}} \rangle = 1$  км/с.
- Определить наиболее вероятную  $u_{\text{в}}$  скорость молекул водорода при температуре  $T = 400$  К.

**Явления переноса: диффузия, вязкость,****теплопроводность.**

1. Средняя длина свободного пробега  $\langle l \rangle$  атомов гелия при нормальных условиях равна 180 нм. Определить диффузию  $D$  гелия.
2. Определить, во сколько раз отличается диффузия  $D_1$  газообразного водорода от диффузии  $D_2$  газообразного кислорода, если оба газа находятся при одинаковых условиях.
3. Вычислить динамическую вязкость  $\eta$  кислорода при нормальных условиях.
4. Найти динамическую вязкость  $\eta$  гелия при нормальных условиях, если диффузия  $D$  при тех же условиях равна  $1,06 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ .
5. Определить зависимость динамической вязкости  $\eta$  от давления  $p$  при следующих процессах: 1) изотермическом; 2) изохорном. Изобразить эти зависимости на графиках.
6. Найти зависимость теплопроводности  $\lambda$  от температуры  $T$  при следующих процессах: 1) изобарном; 2) изохорном. Изобразить эти зависимости на графиках.

**Теплоемкость идеального газа.**

1. Вычислить удельные теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$  газов: 1) гелия; 2) водорода; 3) углекислого газа.
2. Каковы удельные теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$  смеси газов, содержащей кислород массой  $m_1 = 10 \text{ г}$  и азот массой  $m_2 = 20 \text{ г}$ .
3. Определить удельную теплоемкость  $C_v$  смеси газов, содержащей  $V_1 = 5 \text{ л}$  водорода и  $V_2 = 3 \text{ л}$  гелия. Газы находятся при одинаковых условиях.
4. Смесь газов состоит из аргона и азота, взятых при одинаковых условиях и в одинаковых объемах. Определить показатель адиабаты  $\gamma$  такой смеси.
5. Найти показатель адиабаты  $\gamma$  смеси газов, содержащей кислород и аргон, если количества вещества\* того и другого газа в смеси одинаковы и равны  $\nu$ .
6. Определить показатель адиабаты  $\gamma$  частично диссоциировавшего газообразного азота, степень диссоциации  $\alpha$  которого равна 0,4.

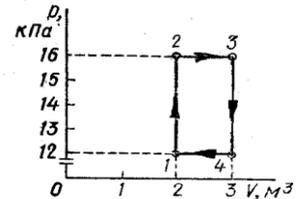
**Первое начало термодинамики.**

1. Азот массой  $m = 5 \text{ кг}$ , нагретый на  $\Delta T = 150 \text{ К}$ , сохранил неизменный объем  $V$ . Найти: 1) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу; 2) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии; 3) совершенную газом работу  $A$ .
2. Азот нагревался при постоянном давлении, причем ему было сообщено количество теплоты  $Q = 21 \text{ кДж}$ . Определить работу  $A$ , которую совершил при этом газ, и изменение  $\Delta U$  его внутренней энергии.
3. Водород массой  $m = 4 \text{ г}$  был нагрет на  $\Delta T = 10 \text{ К}$  при постоянном давлении. Определить работу  $A$  расширения газа.
4. Газ, занимавший объем  $V = 12 \text{ л}$  под давлением  $p = 100 \text{ кПа}$ , был изобарически нагрет от  $T_1 = 300 \text{ К}$  до  $T_2 = 400 \text{ К}$ . Определить работу  $A$  расширения газа.
5. На нагревание кислорода массой  $m = 160 \text{ г}$  на  $\Delta T = 12 \text{ К}$  было затрачено количество теплоты  $Q = 1,76 \text{ кДж}$ . Как протекал процесс: при постоянном объеме или постоянном давлении?
6. Азот массой  $m = 200 \text{ г}$  расширяется изотермически при температуре  $T = 280 \text{ К}$ , причем объем газа увеличивается в два раза. Найти: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 2) совершенную при расширении газа работу  $A$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , полученное газом.
7. Какая доля  $\omega_1$  количества теплоты  $Q_1$ , подводимого к идеальному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение  $\Delta U$  внутренней энергии газа и какая доля  $\omega_2$  — на работу  $A$  расширения? Рассмотреть три случая, если газ: 1) одноатомный; 2) двухатомный; 3) трехатомный.
8. В цилиндре под поршнем находится азот массой  $m=0,6 \text{ кг}$ , занимающий объем  $V_1=1,2 \text{ м}^3$  при температуре  $T=560 \text{ К}$ . В результате подвода теплоты газ расширился и занял объем  $V_2=4,2 \text{ м}^3$ , причем температура осталась неизменной. Найти: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 2) совершенную им работу  $A$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.
9. При изотермическом расширении водорода массой  $m=1 \text{ г}$ , имевшего температуру  $T=280 \text{ К}$ , объем газа увеличился в три раза. Определить работу  $A$  расширения газа и полученное газом количество теплоты  $Q$ .

10. При изотермическом расширении кислорода, содержавшего количество вещества  $\nu=1$  моль и имевшего температуру  $T=300$  К, газу было передано количество теплоты  $Q=2$  кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?
11. Автомобильная шина накачена до давления  $p_1=220$  кПа при температуре  $T_1=290$  К. Во время движения она нагрелась до температуры  $T_2=330$  К и лопнула. Считая процесс, происходящий после повреждения шины, адиабатным, определить изменение температуры  $\Delta T$  вышедшего из нее воздуха. Внешнее давление  $p_0$  воздуха равно 100 кПа.
12. Водород при нормальных условиях имел объем  $V_1=100$  м<sup>3</sup>. Найти изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа при его адиабатном расширении до объема  $V_2=150$  м<sup>3</sup>.
13. Углекислый газ  $\text{CO}_2$  массой  $m=400$  г был нагрет на  $\Delta T=50$  К при постоянном давлении. Определить изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа, количество теплоты  $Q$ , полученное газом, и совершенную им работу  $A$ .
14. Кислород массой  $m=800$  г, охлажденный от температуры  $t_1=100^\circ\text{C}$  до температуры  $t_2=20^\circ\text{C}$ , сохранил неизменным объем  $V$ . Определить: 1) количество теплоты  $Q$ , полученное газом; 2) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии и 3) совершенную газом работу  $A$ .

### Круговые процессы. Термический К.П.Д. Цикл Карно.

1. В результате кругового процесса газ совершил работу  $A = 1$  Дж и передал охладителю количество теплоты  $Q_2 = 4,2$  Дж. Определить термический к.п.д.  $\eta$  цикла.
2. Совершая замкнутый процесс, газ, получил от нагревателя количество теплоты  $Q_1 = 4$  кДж. Определить работу  $A$  газа при протекании цикла, если его термический к.п.д.  $\eta = 0,1$ .
3. Идеальный двухатомный газ, содержащий количество вещества  $\nu = 1$  кмоль, совершает замкнутый цикл, график которого изображен на рисунке. Определить: 1) количество теплоты  $Q_1$ , полученное от нагревателя; 2) количество теплоты  $Q_2$ , переданное охладителю; 3) работу  $A$ , совершаемую газом за цикл; 4) термический к.п.д.  $\eta$  цикла.
4. Идеальный двухатомный газ, содержащий количество вещества  $\nu = 1$  моль, находящийся под давлением  $p_1 = 0,1$  МПа при температуре  $T_1 = 300$  К, нагревают при постоянном объеме до давления  $p_2 = 0,1$  МПа. После этого газ изотермически расширился до начального давления и затем изобарически был сжат до начального объема  $V_1$ . Построить график цикла. Определить температуру  $T$  газа для характерных точек цикла и его термический к.п.д.  $\eta$ .
5. Идеальный газ, совершающий цикл Карно,  $\frac{2}{3}$  количества теплоты  $Q_1$ , полученного от нагревателя, отдает охладителю. Температура  $T_2$  охладителя равна 280 К. Определить температуру  $T_1$  нагревателя.
6. Идеальный газ, совершает цикл Карно. Температура  $T_2$  охладителя равна 290 К. Во сколько раз увеличится к.п.д. цикла, если температура нагревателя повысится от  $T_1 = 400$  К до  $T_2 = 600$  К?
7. Идеальный газ, совершает цикл Карно. Работа  $A_1$  изотермического расширения газа равна 5 Дж. Определить работу  $A_2$  изотермического сжатия, если термический к.п.д.  $\eta$  цикла равен 0,2.
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа  $A_1$  изотермического расширения газа равна 5 Дж. Определить работу  $A_2$  изотермического сжатия, если термический КПД  $\eta$  цикла равен 0,2.



### Энтропия.

1. Смешали воду массой  $m_1 = 5$  кг при температуре  $T_1 = 280$  К с водой массой  $m_2 = 8$  кг при температуре  $T_2 = 350$  К. Найти: 1) температуру  $\theta$  смеси; 2) изменение  $\Delta S$  энтропии происходящее при смешивании.
2. Найти изменение  $\Delta S$  энтропии при изобарическом расширении азота массой  $m = 4$  г от объема  $V_1 = 5$  л до объема  $V_2 = 9$  л.
- Лед массой  $m_1 = 2$  кг при температуре  $t_1 = 0^\circ\text{C}$  был превращен в воду той же температуры с помощью пара, имеющего температуру  $t_2 = 100^\circ\text{C}$ . Определить массу  $m_2$  израсходованного пара. Каково изменение  $\Delta S$  энтропии системы лед-пар?
3. Кислород массой  $m=2$  кг увеличил свой объем в  $n=5$  раз один раз изотермически, другой – адиабатно. Найти изменения энтропии в каждом из указанных процессов.

4. Водород массой  $m=100$  г был изобарно нагрет так, что объем его увеличился в  $n=3$  раза, затем водород был изохорно охлажден так, что давление его уменьшилось в  $n=3$  раза. Найти изменение  $\Delta S$  энтропии в ходе указанных процессов.

### Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние.

1. В сосуде вместимостью  $V = 10$  л находится азот массой  $m = 0,25$  кг. Определить: 1) внутреннее давление  $p'$  газа; 2) собственный объем молекул.
2. Вычислить критические температуру  $T_{кр}$  и давление  $p_{кр}$ : 1) кислорода; 2) воды.
3. Определить давление  $p$ , которое будет производить кислород, содержащий количество вещества  $\nu = 1$  моль, если он занимает объем  $V = 0,5$  л при температуре  $T = 300$  К. Сравнить полученный результат с давлением, вычисленным по уравнению Менделеева-Клапейрона.
4. В сосуде вместимостью  $V = 0,3$  л находится углекислый газ, содержащий количество вещества  $\nu = 1$  моль при температуре  $T = 300$  К. Определить давление  $p$  газа: 1) по уравнению Менделеева-Клапейрона; 2) по уравнению Ван-дер-Ваальса.
5. Вычислить постоянные  $a$  и  $b$  в уравнении Ван-дер-Ваальса для азота, если известны критические температуры  $T_{кр}=126$  К и давление  $p_{кр}=3,39$  МПа.
6. Во сколько раз концентрация  $n_{кр}$  молекул азота в критическом состоянии больше концентрации  $n_0$  молекул при нормальных условиях?
1. Вычислить постоянные  $a$  и  $b$  в уравнении Ван-дер-Ваальса для азота, если известны критические температуры  $T_{кр} = 126$  К и давление  $p_{кр} = 3,39$  МПа.
2. Жидким пентаном  $C_5H_{12}$  плотность  $\rho$  которого равна  $626$  кг/м<sup>3</sup>, частично заполняют прочную кварцевую колбу и запаивают ее так, что над пентаном остаются только насыщающие пары. Определить, какую часть  $\varepsilon$  внутреннего объема колбы должен занимать пентан, чтобы можно было наблюдать при нагревании переход вещества через критическую точку. Постоянная  $b$  Ван-дер-Ваальса равна  $14,5 \times 10^{-5}$  м<sup>3</sup>/моль.
3. Определить плотность  $\rho$  водяных паров в критическом состоянии.

### Внутренняя энергия.

1. Определить внутреннюю энергию  $U$  азота содержащего количество вещества  $\nu = 1$  моль, при критической температуре  $T_{кр} = 126$  К. Вычисления выполнить для четырех значений объемов  $V$ :  
1) 20 л; 2) 2 л; 3) 0,2 л; 4)  $V_{кр}$ .
2. Найти внутреннюю энергию  $U$  углекислого газа массой  $m = 132$  г при нормальном давлении  $p_0$  и температуре  $T = 300$  К в двух случаях, когда газ рассматривают: 1) как идеальный; 2) как реальный.
3. Определить изменение  $\Delta U$  внутренней энергии неона, содержащего количество вещества  $\nu=1$  моль, при изотермическом расширении его объема от  $V_1=1$  л до  $V_2=2$  л.
4. В сосуде вместимостью  $V_1 = 1$  л содержится  $m = 10$  г азота. Определить изменение  $\Delta T$  температуры азота, если он расширяется в пустоту до объема  $V_2 = 10$  л.
5. Газообразный хлор массой  $m = 7,1$  г находится в сосуде вместимостью  $V_1 = 0,1$  л. Какое количество теплоты  $Q$  необходимо подвести к хлору, чтобы при расширении его в пустоту до объема  $V_2 = 1$  л температура газа осталась неизменной?

### Поверхностное натяжение. Капиллярные явления.

1. Масса  $m$  100 капель спирта, вытекающего из капилляра, равна  $0,71$  г. Определить поверхностное натяжение  $\sigma$  спирта, если диаметр  $d$  шейки капли в момент отрыва равен  $1$  мм.
2. Трубка имеет диаметр  $d_1 = 0,2$  см. На нижнем конце трубки повисла капля воды, имеющая в момент отрыва вид шарика. Найти диаметр  $d_2$  этой капли.
3. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы, выдувая мыльный пузырь, увеличить его диаметр от  $d_1 = 1$  см до  $d_2 = 11$  см? Считать процесс изотермическим.
4. Две капли ртути радиусом  $r = 1$  мм каждая слилась в одну большую каплю. Какая энергия  $E$  выделится при этом слиянии? Считать процесс изотермическим.
5. Определить силу  $F$ , прижимающую друг к другу две стеклянные пластинки размерами  $10 \times 10$  см, расположенные параллельно друг к другу, если расстояние  $l$  между пластинками равно  $22$  мкм, а пространство между ними заполнено водой. Считать мениск вогнутым с диаметром  $d$ , равным расстоянию между пластинками.

6. Капиллярная трубка диаметром  $d = 0,5$  мм наполнена водой. На нижнем конце трубки вода провисла в виде капли. Эту каплю можно принять за часть сферы радиуса  $r = 3$  мм. Найти высоту  $h$  столбика воды в трубке.
7. На какую высоту  $h$  поднимается вода между двумя параллельными друг другу стеклянными пластинками, если расстояние  $d$  между пластинками равно  $0,2$  мм.
8. Воздушный пузырек диаметром  $d = 2$  мкм находится в воде у самой ее поверхности. Определить плотность  $\rho$  воздуха в пузырьке, если воздух над поверхностью воды находится при нормальных условиях.
9. На сколько давление  $p$  воздуха внутри мыльного пузыря больше атмосферного давления  $p_0$ , если диаметр пузыря  $d = 5$  мм ?
10. Покровное стеклышко для микроскопа имеет вид круга диаметром  $d = 16$  мм. На него нанесли воду массой  $m = 0,1$  г и наложили другое такое же стеклышко, в результате оба стеклышка слиплись. С какой силой  $F$ , перпендикулярной поверхностям стеклышек, надо растягивать их, чтобы разъединить? Считать, что вода полностью смачивает стекло и поэтому меньший радиус  $r$  кривизны боковой поверхности водяного слоя равен половине расстояния  $d$  между стеклышками.
11. Глицерин поднялся в капиллярной трубке на высоту  $h = 20$  мм. Определить поверхностное натяжение  $\sigma$  глицерина, если диаметр  $d$  канала трубки равен  $1$  мм.
12. Диаметр  $d$  канала стеклянной трубки чашечного ртутного барометра равен  $5$  мм. Какую поправку  $\Delta p$  нужно вводить в отсчеты по этому барометру, чтобы получить верное значение атмосферного давления ?
13. Разность  $\Delta h$  уровней жидкости в коленях U-образной трубки равна  $23$  мм. Диаметры  $d_1$  и  $d_2$  каналов в коленях трубки равны соответственно  $2$  мм и  $0,4$  мм. Плотность  $\rho$  жидкости равна  $0,8$  г/см<sup>3</sup>. Определить поверхностное натяжение  $\rho$  жидкости.
14. В жидкость нижними концами опущены две вертикальные капиллярные трубки с внутренними диаметрами  $d_1 = 0,05$  см и  $d_2 = 0,1$  см. Разность  $\Delta h$  уровней жидкости в трубках равна  $11,6$  мм. Плотность  $\rho$  жидкости равна  $0,8$  г/см<sup>3</sup>. Найти поверхностное натяжение  $\sigma$  жидкости

### Электростатика. Взаимодействие зарядов.

1. Два шарика массой  $m = 0,1$  г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной  $l = 20$  см каждая. Получив одинарный заряд разошлись так, что нити образовали между собой угол  $\alpha = 60^\circ$ . Найти заряд каждого шарика.
2. Расстояние между двумя точечными зарядами  $Q_1 = 1$  мкКл и  $Q_2 = -Q_1$  равно  $10$  см. Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q = 0,1$  мкКл, удаленный на  $r_1 = 6$  см от первого и на  $r_2 = 8$  см от второго зарядов.
3. Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии  $r = 30$  см. Сила притяжения  $F_1$  шаров равна  $90$  мкН. После того как шары были приведены в соприкосновение и удалены друг от друга на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой  $F_2 = 160$  мкН. Определить заряды  $Q_1$  и  $Q_2$ , которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.
4. Три одинаковых заряда  $Q = 1$  нКл каждый расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд  $Q_1$  нужно поместить в центре треугольника, чтобы его притяжение уравнесило силы взаимного отталкивания зарядов? Будет ли это равновесие устойчивым?
5. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью  $\tau$  заряда, равной  $10$  мкКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии  $a = 20$  см от его конца находится точечный заряд  $Q = 10$  нКл. Определить силу  $F$  взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.
6. Тонкая нить длиной  $l = 20$  см равномерно заряжена линейной плотностью  $\tau = 10$  нКл/м. На расстоянии  $a = 10$  см от нити, против ее середины, находится точечный заряд  $Q = 1$  нКл. Вычислить силу  $F$ , действующую на этот заряд со стороны заряженной нити.
7. Тонкое полукольцо радиусом  $R = 10$  см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью  $\tau = 1$  мкКл/м. В центре кривизны полукольца находится заряд  $Q = 20$  нКл. Определить силу  $F$  взаимодействия точечного заряда и заряженного полукольца.

### Напряженность электростатического поля.

1. Расстояние  $d$  между двумя точечными зарядами  $Q_1=+8$  нКл и  $Q_2=-5,3$  нКл равно 40 см. Вычислить напряженность  $E$  поля в точке, лежащей посередине между зарядами. Чему равна напряженность, если второй заряд будет положительным?
2. Два точечных заряда  $Q_1=2Q$  и  $Q_2=-Q$  находятся на расстоянии  $d$  друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность  $E$  поля в которой равна нулю.
3. Тонкое кольцо радиусом  $R = 8$  см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью  $\tau = 10$  нКл/м. Какова напряженность  $E$  электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние  $r = 10$  см?
4. Две концентрические металлические заряженные сферы радиусами  $R_1 = 6$  см и  $R_2 = 10$  см несут соответственно заряды  $Q_1 = 1$  нКл и  $Q_2 = -0,5$  нКл. Найти напряженности  $E$  поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях  $r_1 = 5$  см ;  $r_2 = 9$  см ;  $r_3 = 15$  см. Построить график зависимости  $E(r)$ .
5. Тонкий стержень длиной  $l=10$  см заряжен с линейной плотностью  $\tau=400$  нКл/м. Найти напряженность  $E$  электрического поля в точке, расположенной на перпендикуляре к стержню, проведенном через один из его концов, на расстоянии  $r=8$  см от этого конца.
6. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью  $\sigma_1=10$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=-30$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить силу взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь  $S$ , равную 1 м<sup>3</sup>.
7. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими одинаковый равномерно распределенный по площади заряд ( $\sigma = 1$  нКл/м<sup>2</sup>). Определить напряженность  $E$  поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.
8. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями  $\sigma_1=1$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=3$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность  $E$  поля : 1) между пластинами ; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.
9. Точечный заряд  $Q=1$  мкКл находится вблизи большой равномерно заряженной пластины против ее середины. Вычислить поверхностную плотность  $\sigma$  заряда пластины, если на точечный заряд действует сила  $F=60$  мН.
10. Параллельно бесконечной пластине, несущей заряд, равномерно распределенный по площади с поверхностной плотностью  $\sigma=20$  нКл/м<sup>2</sup>, расположена тонкая нить с равномерно распределенным по длине зарядом ( $\tau=0,4$  нКл/м). Определить силу  $F$ , действующую на отрезок нити длиной  $l=1$  м.
11. Прямая, бесконечная, тонкая нить несет равномерно распределенный по длине заряд ( $\tau_1=1$  мкКл/м). В плоскости, содержащей нить, перпендикулярно нити находится тонкий стержень длиной  $l$ . Ближайший к нити конец стержня находится на расстоянии  $l$  от нее. Определить силу  $F$ , действующую на стержень, если он заряжен с линейной плотностью  $\tau_2=0,1$  мкКл/м.
12. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями  $\sigma_1=2$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=-5$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность  $E$  поля : 1) между пластинами ; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.
13. Эбонитовый сплошной шар радиусом  $R = 5$  см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью  $\rho = 10$  нКл/м<sup>3</sup>. Определить напряженность  $E$  и смещение  $D$  электрического поля в точках: 1) на расстоянии  $r_1 = 3$  см от центра сферы; 2) на поверхности сферы; 3) на расстоянии  $r_2 = 10$  см от центра сферы. Построить график зависимости  $E(r)$ .
14. Полый стеклянный шар несет равномерно распределенный по объему заряд. Его объемная плотность  $\rho = 100$  нКл/м<sup>3</sup>. Внутренний радиус  $R_1$  шара равен 5 см , наружный –  $R_2 = 10$  см. Вычислить напряженность  $E$  и смещение  $D$  электрического поля в точках , отстоящих от центра сферы на расстоянии: 1)  $r_1 = 3$  см ; 2)  $r_2 = 6$  см ; 3)  $r_3 = 12$  см. Построить график зависимости  $E(r)$  и  $D(r)$ .

### Поток напряженности электростатического поля.

#### Теорема Остроградского-Гаусса.

1. В центре сферы радиусом  $R = 10$  см находится точечный заряд  $Q = 10$  нКл. Определить поток  $\Phi_E$  вектора напряженности через часть сферической поверхности площадью

$$S = 20 \text{ см}^2.$$

2. Электрическое поле создано точечным зарядом  $Q=0,1$  мкКл. Определить поток  $\psi$  электрического смещения через круглую площадку радиусом  $R=30$  см. Заряд равноудален от краев площадки и находится на расстоянии  $a=40$  см от ее центра.
3. Электрическое поле создано бесконечной прямой равномерно заряженной линией ( $\tau=0,3$  мкКл/м). Определить поток  $\psi$  электрического смещения через прямоугольную площадку, две большие стороны которой параллельны заряженной линии и одинаково удалены от нее на расстояние  $r=20$  см. Стороны площадки имеют размеры  $a=20$  см,  $b=40$  см.
4. По тонкому кольцу радиусом  $R = 10$  см равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\tau = 10$  нКл/м. Определить потенциал  $\phi$  в точке, лежащей на оси кольца, на расстоянии  $a = 5$  см от центра.
5. На отрезке тонкого прямого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\tau = 10$  нКл/м. Вычислить потенциал  $\phi$  создаваемый этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца отрезка на расстояние, равное длине этого отрезка.
6. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии  $d = 0,5$  см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = 0,2$  мкКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = -0,3$  мкКл/м<sup>2</sup>. Определить разность потенциалов  $U$  между плоскостями.
7. Бесконечная плоскость равномерно заряжена с поверхностной плотностью  $\sigma = 4$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить значение и направление градиента потенциала электрического поля, созданного этой плоскостью.

### Електроємкост.

1. Найти электроємкост  $C$  уединенного металлического шара радиусом  $R = 1$  см.
2. Шар радиусом  $R_1 = 6$  см заряжен до потенциала  $\phi_1 = 300$ В, а шар радиусом  $R_2 = 4$  см – до потенциала  $\phi_2 = 500$ В. Определить потенциал  $\phi$  шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.
3. На пластинах плоского конденсатора равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью  $\sigma = 0,2$  мкКл/м<sup>2</sup>. Расстояние  $d$  между пластинами равно 1 мм. На сколько изменится разность потенциалов на его обкладках при увеличении расстояния  $d$  между пластинами до 3 мм?
4. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина толщиной  $d = 1$ см, которая вплотную прилегает к его пластинам. На сколько нужно увеличить расстояние между пластинами, чтобы получить прежнюю емкост?
5. Две концентрические металлические сферы радиусами  $R_1 = 2$  см и  $R_2 = 2,1$ см образуют сферический конденсатор. Определить его электроємкост  $C$ , если пространство между сферами заполнено парафином.
6. Конденсатор состоит из двух концентрических сфер. Радиус  $R_1$  внутренней сферы равен 10 см, внешней  $R_2 = 10,2$  см. Промежуток между сферами заполнен парафином. Внутренней сфере сообщен заряд  $Q = 5$  мкКл. Определить разность потенциалов  $U$  между сферами.
7. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Электроємкост  $C$  такой батареи конденсаторов равна 89 пФ. Площадь  $S$  каждой пластины равна 100см<sup>2</sup>. Диэлектрик – стекло. Какова толщина  $d$  стекла?
8. Конденсаторы соединены так, как это показано на рис. 17.1. Электроємкост конденсаторов:  $C_1 = 0,2$  мкФ;  $C_2 = 0,1$  мкФ;  $C_3 = 0,3$  мкФ;  $C_4 = 0,4$  мкФ. Определить электроємкост  $C$ , батареи конденсаторов.
9. Плоский воздушный конденсатор электроємкостью  $C = 1,11$  нФ заряжен до разности потенциалов  $U = 300$ В. После отключения от источника тока расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в пять раз. Определить: 1) разность потенциалов  $U$  на обкладках конденсатора после их раздвижения; 2) работу  $A$  внешних сил по раздвижению пластин.
10. Конденсатор электроємкостью  $C_1 = 666$  пФ зарядили до разности потенциалов  $U = 1,5$  кВ и отключили от источника тока. Затем к конденсатору присоединили параллельно второй, незаряженный конденсатор электроємкостью  $C_2 = 444$  пФ. Определить энергию, израсходованную на образование искры, проскочившей при соединении конденсаторов.

11. Пластина из эбонита толщиной  $d = 2$  мм и площадью  $S = 300$  см<sup>2</sup> поместили в однородное электрическое поле напряженностью  $E = 1$  кВ/м, расположив так, что силовые линии перпендикулярны ее плоской поверхности. Найти: 1) плотность  $\sigma$  связанных зарядов на поверхности пластин; 2) энергию  $W$  электрического поля, сосредоточенную в пластине.

### Постоянный электрический ток.

- Сила тока в проводнике равномерно нарастает от  $I_0 = 0$  до  $I = 3$  А в течение времени  $t = 10$  с. Определить заряд  $Q$ , прошедший в проводнике.
- Определить плотность тока  $i$  в железном проводнике длиной  $l = 10$  м, если провод находится под напряжением  $U = 6$  В.
- Напряжение  $U$  на шинах электростанции равно 6,6 кВ. Потребитель находится на расстоянии  $l = 10$  км. Определить площадь  $S$  сечения медного провода который следует взять для устройства двух-проводной линии передачи, если сила тока  $I$  в линии равно 20 А и потери напряжения в проводах не должны превышать 3%.
- Внутреннее сопротивление  $r$  батареи аккумуляторов равно 3 Ом. Сколько процентов от точного значения э.д.с. составляет погрешность, если, измеряя разность потенциалов на зажимах батареи вольтметр с сопротивлением  $R_v = 200$  Ом, приняв ее равной э.д.с.?
- К источнику тока с э.д.с.  $\mathcal{E} = 1,5$  В присоединили катушку с сопротивлением  $R = 0,1$  Ом. Амперметр показал силу тока, равную  $I_1 = 0,5$  А. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же э.д.с., то сила тока  $I$  в той же катушке оказалась равной 0,4 А. Определить внутренние сопротивления  $r_1$  и  $r_2$  первого и второго источников тока.
- Два одинаковых источника тока с э.д.с.  $\mathcal{E} = 1,2$  В и внутренним сопротивлением  $r = 0,4$  Ом соединены, как показано на рис. 19.6, а, б. Определить силу тока  $I$  в цепи и разность потенциалов  $U$  между точками А и В в первом и втором случаях.
- Две батареи аккумулятора ( $\mathcal{E}_1 = 10$  В;  $r_1 = 1$  Ом;  $\mathcal{E}_2 = 8$  В;  $r_2 = 2$  Ом) и реостат ( $R = 6$  Ом) соединены, как показано на рис. 19.7. Найти силу тока в батареях и реостате.
- Два источника тока ( $\mathcal{E}_1 = 8$  В;  $r_1 = 2$  Ом;  $\mathcal{E}_2 = 6$  В;  $r_2 = 1,5$  Ом) и реостат ( $R = 10$  Ом) соединены, как показано на рис. 19.8. Вычислить силу тока  $I$ , текущего через реостат.
- Три сопротивления  $R_1 = 5$  Ом;  $R_2 = 1$  Ом и  $R_3 = 3$  Ом, а также источник тока с э.д.с.  $\mathcal{E}_1 = 1,4$  В соединены, как показано на рис. 19.11. Определить э.д.с.  $\mathcal{E}$  источника тока, который надо подключить в цепь между точками А и В, чтобы в сопротивлении  $R_3$  шел ток силой  $I = 1$  А в направлении, указанном стрелкой. Сопротивление источника тока пренебречь.
- Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение  $U$  на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление  $R$  реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $P = 120$  Вт. Найти силу тока  $I$  в цепи.
- Э.д.с. батареи аккумуляторов  $\mathcal{E} = 12$  В, сила тока  $I$  короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность  $P_{max}$  можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?
- Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через  $t_1 = 15$  мин, если только вторая, то через  $t_2 = 30$  мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? параллельно?
- При силе тока  $I_1 = 3$  А во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность  $P_1 = 18$  Вт, при силе тока  $I_2 = 1$  А – соответственно  $P_2 = 10$  Вт. Определить э.д.с.  $\mathcal{E}$  и внутреннее сопротивление  $r$  батареи.
- Сила тока  $I$  в металлическом проводнике равна 0,8 А, сечение  $S$  проводника 4 мм<sup>2</sup>. Принимая, что в каждом кубическом сантиметре металла содержится  $n = 2,5 \cdot 10^{22}$  свободных электронов, определить среднюю скорость  $\langle v \rangle$  их упорядоченного движения.
- Плотность тока  $j$  в медном проводнике равна 3 А/мм<sup>2</sup>. Найти напряженность  $E$  электрического поля в проводнике.
- В медном проводнике объемом  $V = 6$  см<sup>3</sup> при прохождении по нему постоянного тока за время  $t = 1$  мин выделилось количество теплоты  $Q = 216$  Дж. Вычислить напряженность  $E$  электрического поля в проводнике.
- При силе тока  $I = 5$  А за время  $t = 10$  мин в электролитической ванне выделилось  $m = 1,02$  г двухвалентного металла. Определить его относительную атомную массу  $A_r$ .
- Определить толщину  $h$  слоя меди, выделившейся за время  $t = 5$  ч при электролизе медного купороса, если плотность тока  $j = 80$  А/м<sup>2</sup>.

19. Сколько атомов двухвалентного металла выделится на  $1 \text{ см}^2$  поверхности электрода за время  $t = 5$  мин при плотности тока  $j = 10 \text{ А/м}^2$ ?
20. Энергия ионизации атома водорода  $E_i = 2,18 \cdot 10^{-18}$  Дж. Определить потенциал ионизации  $U_i$  водорода.
21. Какой наименьшей скоростью  $v_{min}$  должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом азота, если потенциал ионизации  $U_i$  азота равен  $14,5 \text{ В}$ .

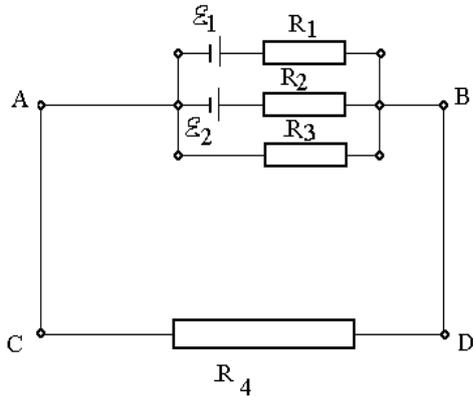


Рис. 1

22. Определить силу токов на всех участках электрической цепи (рис. 1), если  $\varepsilon_1 = 10 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_2 = 12 \text{ В}$ ,  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 8 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 4 \text{ Ом}$ . Внутренними сопротивлениями пренебречь.

23. Два источника тока  $\varepsilon_1 = 10 \text{ В}$  с внутренним сопротивлением  $r_1 = 4 \text{ Ом}$  и  $\varepsilon_2 = 6 \text{ В}$  с внутренним сопротивлением  $r_2 = 2 \text{ Ом}$  соединены, как показано на рис. 2. Определить силы тока в проводнике и источниках тока. Сопротивление проводника  $R = 6 \text{ Ом}$ .

24. Две батареи ( $\varepsilon_1 = 10 \text{ В}$ ,  $r_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $\varepsilon_2 = 24 \text{ В}$ ,  $r_2 = 6 \text{ Ом}$ ) и проводник сопротивление  $R = 16 \text{ Ом}$  соединены как показано на рис. 2. Определить силу тока в батареях и проводнике.

25. Определить силу тока  $I_3$  в проводнике  $R_3$  (рис. 3) и напряжение  $U_3$  на концах этого проводника, если  $\varepsilon_1 = 8 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_2 = 10 \text{ В}$ ,  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$ . Внутренним сопротивлением источников тока пренебречь.

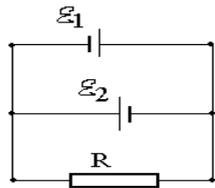


Рис. 2

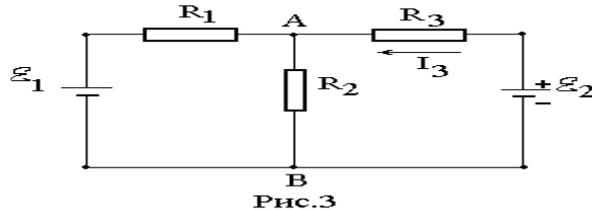


Рис. 3

26. Электрическая цепь состоит из двух гальванических элементов, трех сопротивлений и гальванометра (рис. 4). В этой цепи  $R_1 = 50 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 25 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 5 \text{ Ом}$ , э.д.с. элемента  $\varepsilon_1 = 4 \text{ В}$ .

Гальванометр регистрирует ток  $I_3 = 40 \text{ мА}$ , идущий в направлении, указанном стрелкой.

Определить э.д.с.  $\varepsilon_2$  второго элемента.

27. Воздух между плоскими электродами ионизационной камеры ионизируется рентгеновскими лучами. Силы тока, текущего через камеру,  $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ А}$ .

Площадь каждого электрода  $300 \text{ см}^2$ , расстояние между ними  $2 \text{ см}$ , разность потенциалов  $100 \text{ В}$ . Определить концентрацию пар ионов между пластинами, если ток далек от насыщения. Подвижность положительных и отрицательных ионов равна соответственно  $1,4$  и  $1,9 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ . За-

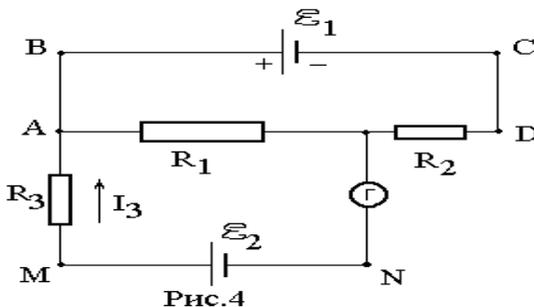


Рис. 4

ряд каждого иона равен элементарному заряду.

Сопротивлением гальванометра и внутренним сопротивлением элементов пренебречь.

28. Газ, заключенный в ионизационной камере между плоскими пластинами, облучается рентгеновскими лучами. Определить плотность тока насыщения  $j_{нас}$ , если ионизатор образует в объеме

$V = 3 \text{ см}^3$  газа  $n = 5 \cdot 10^6$  пар ионов в секунду. Принять, что каждый ион несет на себе элементарный заряд. Расстояние между пластинами камеры  $d = 2 \text{ см}$ .

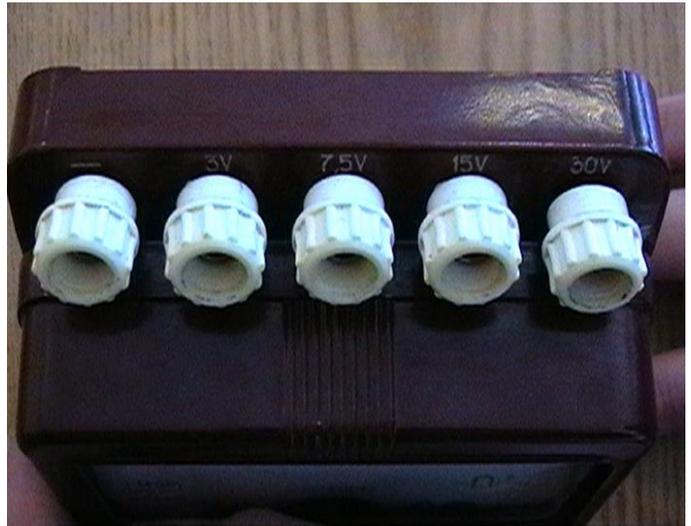
**Множители и приставки для образования  
десятичных кратных и дольных единиц**

Множитель	Название	Приставка	Обозначение приставки	
			русское	международное
$1000000000000000000 = 10^{18}$	квинтиллион	экса	Э	E
$1000000000000000 = 10^{15}$	квадриллион	пета	П	P
$1000000000000 = 10^{12}$	триллион	тера	Т	T
$1000000000 = 10^9$	миллиард	гига	Г	G
$1000000 = 10^6$	миллион	мега	М	M
$1000 = 10^3$	тысяча	кило	к	K
$100 = 10^2$	сто	гекто	г	H
$10 = 10^1$	десять	дека	да	da
$0,1 = 10^{-1}$	одна десятая	деци	д	d
$0,01 = 10^{-2}$	одна сотая	санتي	с	c
$0,001 = 10^{-3}$	одна тысячная	милли	м	m
$0,000001 = 10^{-6}$	одна миллионная	микро	мк	μ
$0,000000001 = 10^{-9}$	одна миллиардная	нано	н	n
$0,000000000000001 = 10^{-12}$	одна триллионная	пико	п	p
$0,000000000000000001 = 10^{-15}$	одна квадриллионная	фемто	ф	f
$0,00000000000000000001 = 10^{-18}$	одна квинтиллионная	атто	а	a

**Греческий алфавит**

Обозначение	Название	Обозначение	Название
<b>Α, α</b>	альфа	<b>Ν, ν</b>	ню
<b>Β, β</b>	бета	<b>Ξ, ξ</b>	кси
<b>Γ, γ</b>	гамма	<b>Ο, ο</b>	омикрон
<b>Δ, δ</b>	дельта	<b>Π, π</b>	пи
<b>Ε, ε</b>	эпсилон	<b>Ρ, ρ</b>	ро
<b>Ζ, ζ</b>	дзета	<b>Σ, σ, ς</b>	сигма
<b>Η, η</b>	эта	<b>Τ, τ</b>	тау

$\Theta, \vartheta, \theta$	тэта	$\Upsilon, \upsilon$	ипсилон
$I, i$	йота	$\Phi, \phi$	фи
$K, k$	каппа	$X, \chi$	хи

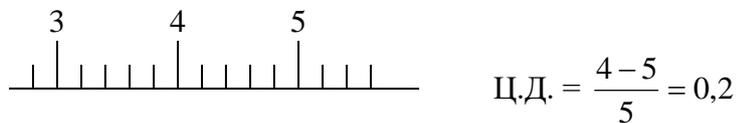


$\Lambda, \lambda$	ламбда	$\Psi, \psi$	пси
$M, \mu$	мю	$\Omega, \omega$	омега

### Определение цены деления прибора.

#### Однопредельные измерительные приборы.

**Цена деления шкалы** – это значение наименьшего деления шкалы. Чтобы определить цену деления шкалы, нужно взять два любые (можно соседние) числа, из большего отнять меньшее, и результат разделить на число наименьших делений шкалы между этими числами.



#### Многopредельные электроизмерительные приборы.

Значение измеряемой величины, при которой стрелка прибора отклоняется до конца шкалы, называется предельным значением этого прибора.

Электроизмерительные приборы могут иметь несколько пределов измерений. Цена деления при измерении таким прибором на различных пределах различна. Для определения цены деления шкалы, необходимо узнать пределы измерения прибора, т.е. начальное и конечное значения шкалы.



Пример. Предположим, что вольтметр имеет три предела измерений от 0 до 3В, до 15В и до 30В. На шкале нанесено 75 делений. Тогда цена деления:

$$\text{для предела от 0 до 3В равна } \frac{3В}{75} = 0,04 \frac{В}{\text{дел}}$$

$$\text{для предела от 0 до 15В равна } \frac{15В}{75} = 0,2 \frac{В}{\text{дел}}$$

$$\text{для предела от 0 до 30В равна } \frac{30В}{75} = 0,4 \frac{В}{\text{дел}}$$

Чтобы определить значение измеряемой величины, необходимо **число делений**, на которые указывает стрелка прибора, **умножить на цену деления** шкалы.

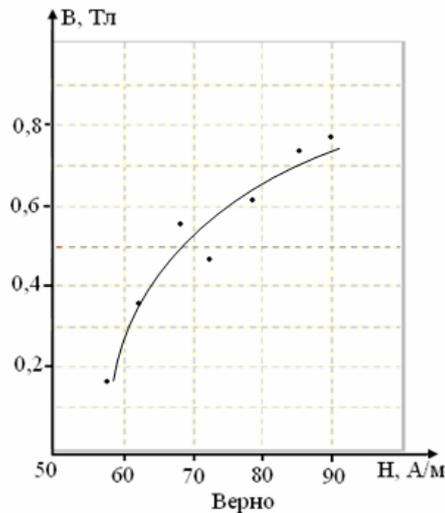
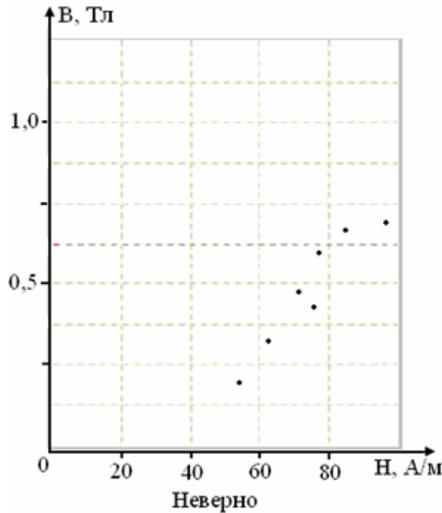
### Графическое изображение результатов измерений.

Чтобы графически изобразить соответствующую зависимость, наносят на ось абсцисс ( $x$ ) шкалу значений аргумента, а на ось ординат ( $y$ ) шкалу значений функции. Например, зависимость температуры  $T$ , исследуемой жидкости от времени  $t$  определяется функцией  $T=f(t)$ . Сравниваем полученную зависимость со стандартной математической зависимостью  $y = f(x)$ , отсюда – функцию  $T$  строим по оси  $y$ , а аргумент  $t$  – по оси  $x$ .

Результаты измерений, т.е. соответствующие пары значений аргумента ( $x$ ) и функции ( $y$ ), наносят на координатную плоскость в виде точек, а затем эти точки соединяют плавной линией.

*При построении графиков следует разумно выбирать масштабы, чтобы измеренные точки располагались на всей площади листа.* На рис. 1 изображены примеры правильного и неправильного построения графика. На левом (неправильно построенном) графике экспериментальные точки занимают нижнюю правую часть рисунка. Чтобы этого избежать, следует выбрать более крупный масштаб по оси  $y$  и сместить нуль на оси абсцисс, как это сделано на правом графике. *Через экспериментальные точки всегда следует проводить самую простую кривую, совместимую с этими точками.* При проведении кривой нужно следить за тем, чтобы на каждом достаточно большом ее участке экспериментальные точки располагались как выше, так и ниже кривой.

Рисунок 1.



**Пример 1.** Построить график  $\eta = f(I_2)$ .

Сравниваем функцию графика  $\eta = f(I_2)$  со стандартной математической зависимостью

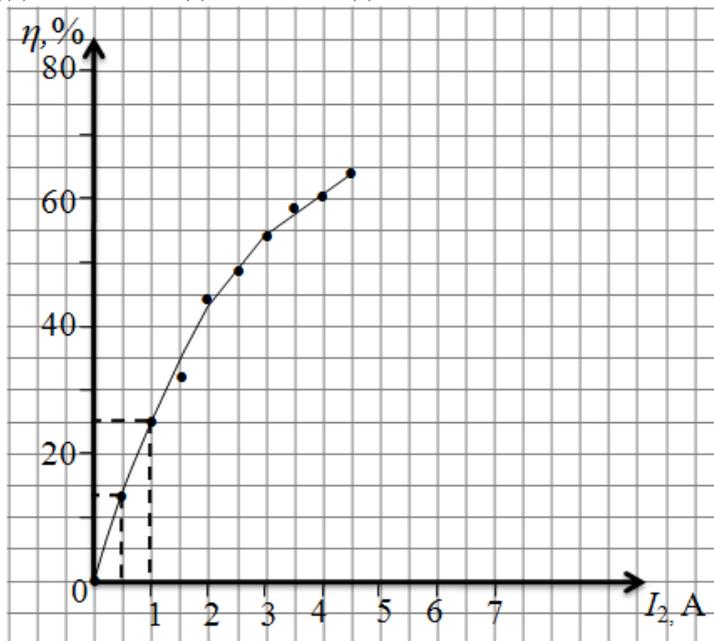
$y = f(x)$ , отсюда – функцию  $\eta$  строим по оси  $y$ , а аргумент  $I_2$  – по оси  $x$ .

При построении графика выбираем масштабы, чтобы измеренные точки располагались на всей площади листа.

Значение величины  $I_2$  изменяется от 0А до 4,5А, поэтому значение силы тока удобнее откладывать от 0 до 6А с шагом 1А.

Значение величины  $\eta$  изменяется от 0,0% до 64,6%, поэтому значение КПД удобнее откладывать от 0 до 80% с шагом 10%.

№	$I_2, A$	$\eta, \%$
1	0,0	0,0
2	0,5	13,6
3	1,0	26,0
4	1,5	32,6
5	2,0	44,6
6	2,5	48,7
7	3,0	54,5
8	3,5	58,8
9	4,0	60,6
10	4,5	64,6



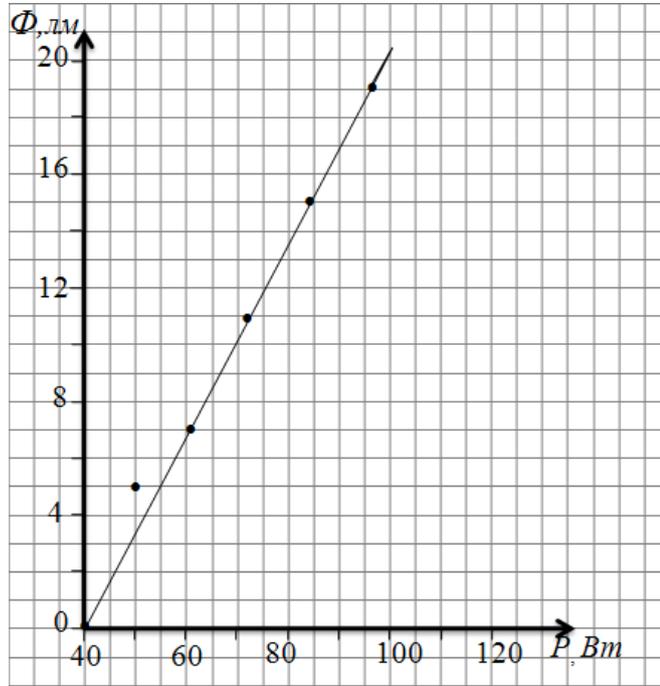
Если значения величин начинает изменяться не от 0, с какой-то величины, то масштаб построения графика выбирается иначе.

**Пример 2.** Построить график  $\Phi = f(P)$  (зависимость светового потока от потребляемой лампочкой мощности).

№	$P, Вт$	$\Phi, лм$
1	96,8	19,1
2	84,0	15,1
3	72,0	11,1
4	60,8	7,0
5	49,0	5,0

Значение величины  $\Phi$  изменяется от 19,1 лм до 5,0 лм, поэтому значение светового потока удобнее откладывать от 0 до 20 лм с шагом 2 лм.

Значение величины  $P$  изменяется от 96,8 Вт до 46,0 Вт, поэтому значение потребляемой лампочкой мощности удобнее откладывать от 40 до 110 Вт с шагом 10 Вт.









МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Кафедра физики

Студента/ки/ \_\_\_\_\_ -го курса  
Факультет \_\_\_\_\_  
Группа \_\_\_\_\_  
Ф.И.О. \_\_\_\_\_

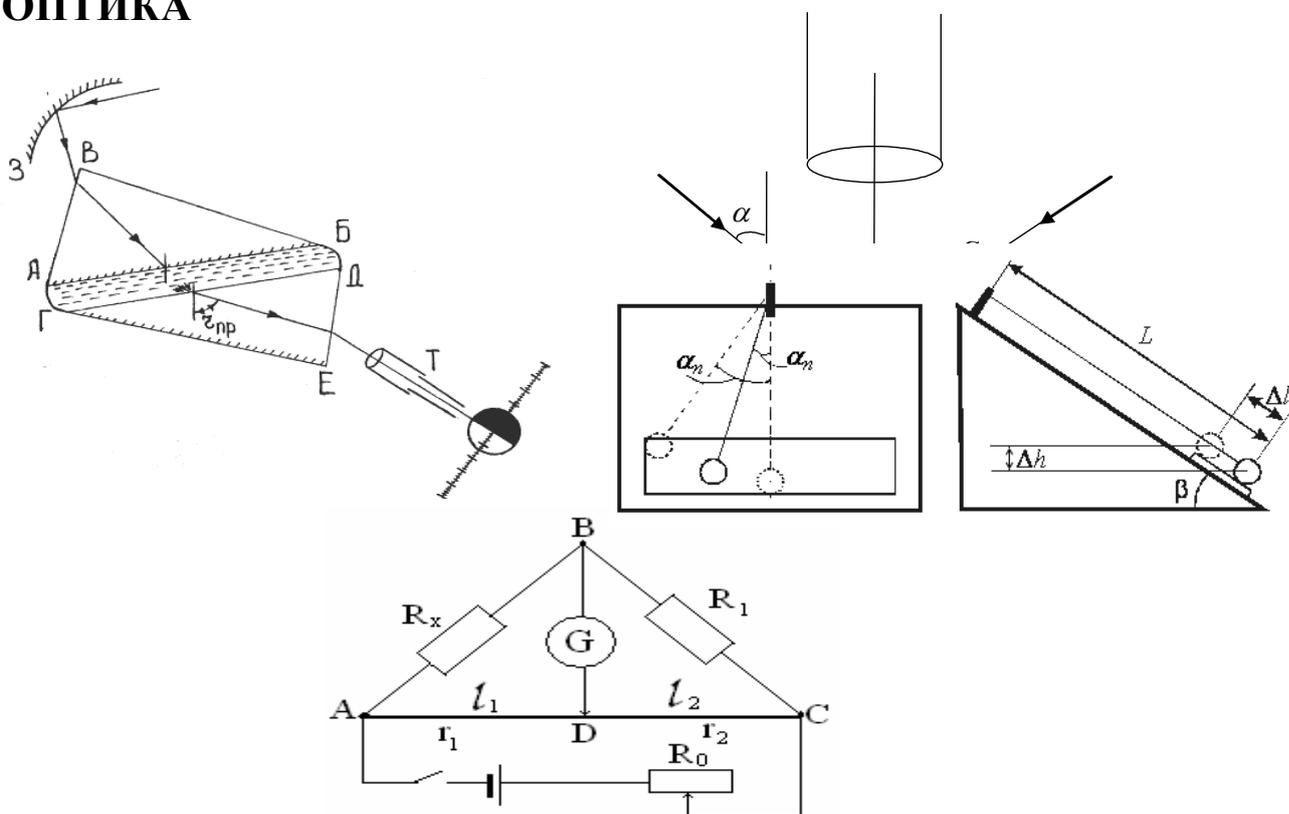
Пашенко В.М.  
Мишина Т.О.  
Афанасьев М.Ю.

## РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ПО ФИЗИКЕ №2

Методические материалы для самостоятельной работы студентов направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

### 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

### 4. ОПТИКА



Рязань - 2023

Рабочая тетрадь обсуждена на заседании кафедры «Электротехника и физика» РГАТУ 23 марта 2023 г. (протокол № 8) и рекомендована к изданию.

Зав. кафедрой ЭиФ  С.О. Фатьянов

Рабочая тетрадь утверждена на заседании учебно – методической комиссии автодорожного факультета «22» \_\_марта\_\_ 2023 г. (протокол № 8) и рекомендована к изданию.

Председатель учебно – методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

 О.А.Тетерина

## Оглавление

### *Электродинамика*

3.1. Исследование электростатического поля .....	4
3.2. Определение удельного заряда электрона с помощью диода.....	7
3.3. Изучение зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры .....	10
3.4. Определение сопротивления проводников мостиком Уитстона.....	14
3.5. Исследование разветвлённых электрических систем .....	17
3.6. Ознакомление с методами ультравысокочастотной (УВЧ) терапии.....	20
3.7. Снятие выходных характеристик транзистора.....	26
3.8. Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.....	29
3.9. Определение коэффициента самоиндукции соленоида.....	33
3.10. Определение коэффициента трансформации и КПД трансформатора...	36

### *Оптика*

4.1. Определение световой отдачи и удельного расхода мощности лампы накаливания.....	39
4.2. Определение показателя преломления стекла с помощью микроскопа .	43
4.3. Определение показателя преломления жидкости при помощи погруженной в нее линзы .....	46
4.4. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решётки.....	49
4.5. Определение длины световой волны излучения He-Ne лазера при помощи дифракционной решетки.....	52
4.6. Определение концентрации раствора сахара при помощи кругового по- ляриметра .....	55
4.7. Определение чувствительности фотоэлемента и силы света лампы нака- ливания .....	59

# ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

## Лабораторная работа №3.1

### Исследование электростатического поля

**Цель работы:** определение напряженности электростатического поля по эквипотенциальным линиям этого поля.

**Оборудование:** осциллограф, вольтметр, реостат, источник постоянного тока, металлические электроды, лист бумаги, проводники, изолированная подставка, вода, зонд.

### Краткая теория

Неподвижный заряд создаёт в окружающем пространстве электростатическое поле, которое характеризуется в любой точке этого пространства вектором напряжённости  $\vec{E}$  и значением электростатического потенциала  $\varphi$ .

*Напряжённостью электрического поля  $\vec{E}$*  называется физическая векторная величина равная силе, с которой поле действует на положительный единичный точечный заряд, помещённый в данную точку поля.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q},$$

Напряжённость  $\vec{E}$  характеризует силовое действие поля на вносимые в него электрические заряды.

*Потенциалом  $\varphi$*  данной точки электрического поля называется физическая скалярная величина, численно равная отношению работы  $A$ , совершенной электрическим полем по перемещению положительного точечного заряда  $q$  из данной точки поля в бесконечность к величине этого заряда (или потенциальной энергии  $W$  положительного единичного точечного заряда, помещённого в данную точку), т.е.:

$$\varphi = \frac{A}{q} \quad \text{или} \quad \varphi = \frac{W}{q} .$$

Потенциал  $\varphi$  является энергетической характеристикой электрического поля.

Электростатическое поле в каждой своей точке может быть описано и с помощью напряженности  $\vec{E}$  и с помощью потенциала  $\varphi$ , поэтому между этими величинами существует определенная связь (для трехмерного пространства):

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi .$$

Градиент потенциала  $\text{grad}\varphi$  – это вектор, указывающий направление наиболее быстрого возрастания потенциала и численно равный изменению потенциала на единицу длины этого направления.

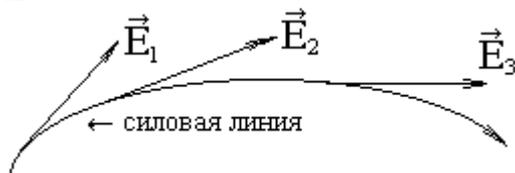
Для одномерного случая (например, для оси  $X$  в скалярной форме):

$$E = -\frac{d\varphi}{dx} .$$

Более наглядным является предложенный М.Фарадеем метод изображения электрических полей с помощью *силовых линий (линий напряженности)*.

*Силовыми линиями* называются направленные кривые, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора напряженности

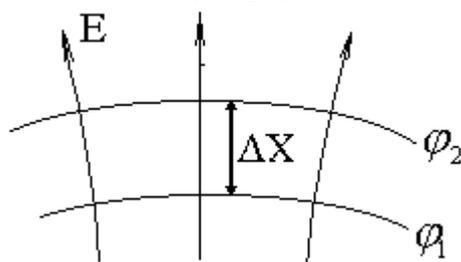
поля. Число силовых линий на единицу площади поверхности характеризует величину напряженности.



Силовым линиям приписывается направление, совпадающее с направлением вектора напряженности. Изображая силовые линии поля, мы получаем своеобразные графики или карты поля, которые сразу наглядно показывают, чему равна напряженность в разных частях поля и как она изменяется в пространстве.

В электрическом поле можно провести поверхность так, чтоб ее точки имели бы один и тот же потенциал. Такие поверхности называются поверхностями равного потенциала или *эквипотенциальными поверхностями*.

Силовые линии в каждой точке поля перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям и направлены в сторону убывания потенциала.



$$E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x} \quad , \quad (1)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 < 0. \quad (2)$$

Физический смысл полученного выражения: напряженность поля определяется уменьшением потенциала, приходящегося на единицу длины вдоль линии напряженности.

В биологических системах также существует распределение электростатического потенциала. На мембранах клеток растений и животных его значение достигает 60-90 мВ. Исчезновение разности потенциала на мембранах клеток всегда свидетельствует об их гибели.

Организмы в целом, например, электрический скат может вырабатывать напряжения до 400-600 В.

В данной работе экспериментально изучается распределение потенциалов электростатического поля между электродами сложной конфигурации.

Существует метод изучения электростатических полей путём искусственного воспроизведения их структуры в проводящих средах, по которым пропускается постоянный или переменный электрический ток. Метод основан на том, что слабые токи в проводящих средах можно рассчитать по закону Ома в дифференциальной форме:

$$\vec{j} = \lambda \cdot \vec{E} \quad , \quad \text{где } \vec{j} \text{ – плотность тока, } \lambda \text{ – удельная электропроводность,}$$

$$\vec{E} \text{ – напряжённость поля в данной точке.}$$

Поле тока характеризуется линиями плотности тока, которые по направлению совпадают с линиями напряжённости.

Для изучения потенциалов здесь применён метод зондов. Зонд – дополнительный электрод, который вводят в исследуемую точку поля. Этот электрод соединяется с вольтметром, измеряющим потенциал относительно другой точки поля, принятой за начало отсчёта.

### Выполнение работы

1. Положить лист бумаги на изолированную подставку, а на противоположные концы бумаги — электроды (металлические пластины, форма которых задается преподавателем). Обвести контуры электродов. Снять электроды, смочить лист бумаги (вода в данной работе является проводящей средой — электролитом), положить электроды на лист бумаги по обведенным контурам.

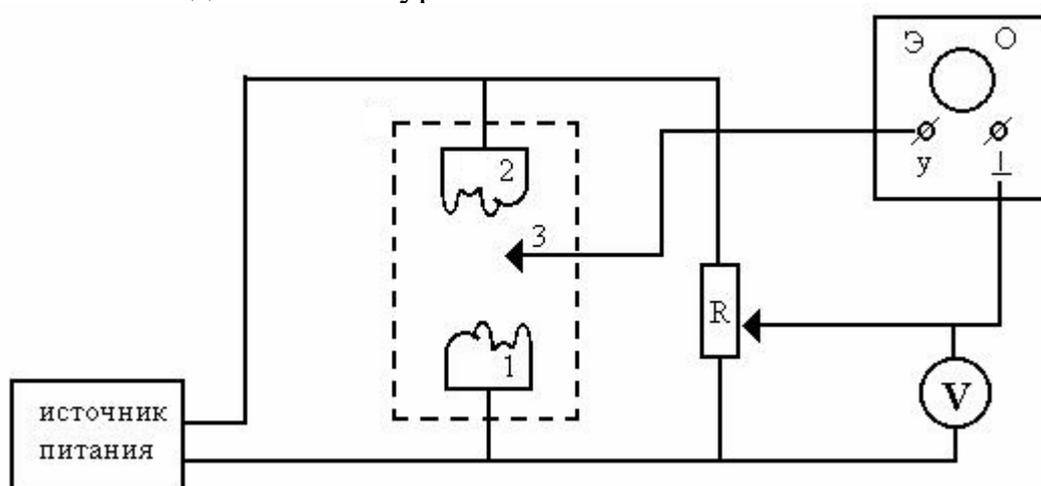


Рис. 1 Схеме экспериментальной установки

2. Собрать схему в соответствии с рис.1.
3. Установить между зондом 3 и электродом 1 разность потенциалов (напряжение) 1В с помощью реостата R.
4. Перемещая зонд 3 вдоль электрода 1 через 1 см, найти точки равного потенциала, при попадании зондом в которые на осциллографе высвечивается горизонтальная линия. Нанести эти точки на лист бумаги.
5. Получить одну из эквипотенциальных линий, соединив точки плавной линией. Указать потенциал линии. Получить аналогичным способом серию линий с потенциалами 2, 3, 4, 5 и 6 вольт.
6. Провести серию силовых линий.
7. Найти напряжённость поля по формуле (1), измерив, наименьшее расстояние между двумя ближайшими эквипотенциальными линиями, в области которых поле можно считать однородным.
8. Повторить опыт по пунктам 1 -7 для другой пары электродов.

### Контрольные вопросы

1. Основные характеристики электростатического поля (напряженность, потенциал): определение, формулы, единицы измерения, связь между ними.

2. Какие линии называются силовыми, эквипотенциальными (нарисовать для различных полей)? Каково их взаимное расположение?
3. Сформулируйте принцип суперпозиции полей для системы зарядов.
4. Запишите и поясните теорему Остроградского-Гаусса.
5. Сформулируйте уравнение Нернста для биологических систем.
6. Объясните природу биопотенциалов в живых организмах.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №3.2

#### Определение удельного заряда электрона с помощью диода

**Цель работы:** определить удельный заряд электрона.

**Оборудование:** кенотронный выпрямитель, лампа 5Ц4С, реостат на 5000 Ом, вольтметр М45М (вольтметр включить на 30 В), амперметр - на 1 А.

#### Краткая теория

Заряд, электрона « $e$ » приходящийся на единицу его массы « $m$ », называется удельным зарядом электрона, т.е.:  $e/m$  — *удельный заряд электрона*.

Существует несколько методов определения отношения заряда к массе электрона. Рассмотрим метод определения удельного заряда с помощью двух-электродной электронной лампы (диода), который представляет собой приблизительно конденсатор с плоскопараллельными пластинами (электродами).

Емкость  $C$  такого диода равна: 
$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot S}{d}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь электрода,  $d$  – расстояние между электродами,  $\epsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость среды (для вакуума  $\epsilon = 1$ ).  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$  – электрическая постоянная.

Заряд конденсатора равен:

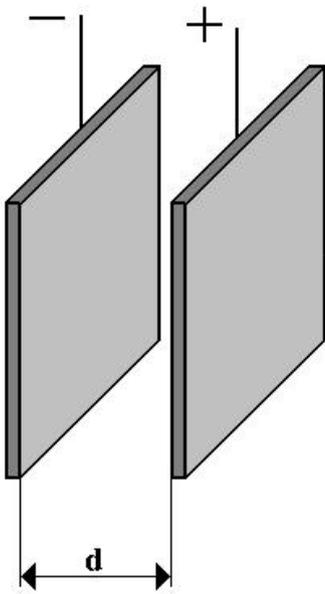
$$q = C \cdot U = \frac{\epsilon_0 \cdot S \cdot U}{d}, \quad (2) \quad \text{где } U \text{ – напряжение между катодом и анодом.}$$

Накалённый катод испускает электроны. Ускоряемые электрическим полем, они движутся от катода к аноду (положительно заряженному электроду), создавая ток  $I$ :

$$I = \frac{q}{t} = \frac{\epsilon_0 \cdot S \cdot U}{d \cdot t}, \quad (3)$$

$t$  – время, в течение которого электроны пролетают межэлектродное расстояние.

Умножив числитель и знаменатель формулы (3) на  $d$ , получим:



$$I = \frac{\epsilon_0 \cdot S \cdot U \cdot d}{d^2 \cdot t}, \quad (4)$$

где  $d/t$  – средняя скорость движения электронов в межэлектродном пространстве. Так как начальная скорость электронов мала и ей можно пренебречь, и если конечная скорость электронов, достигших анода  $v$ , то:

$$v_{cp} = d/t = \frac{1}{2}v$$

Скорость  $U$  можно найти, исходя из закона сохранения энергии. При движении заряженной частицы в вакууме вся работа сил электрического поля  $A_{эл}$  идёт на увеличение её кинетической энергии

гии

Рис.1  
Электроды диода

$$E_{к}: \quad A_{эл} = E_{к} \quad \text{или:}$$

$$e \cdot U = \frac{m \cdot v^2}{2}, \quad (5)$$

откуда 
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}. \quad (6)$$

Подставив это значение  $v$  в (4), получим:

$$I = \frac{\epsilon_0 \cdot S \cdot U \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}}{2 \cdot d^2}. \quad (7)$$

Возведём это равенство в квадрат:

$$I^2 = \frac{\epsilon_0^2 S^2 2eU^3}{4d^4 m}, \quad \text{отсюда получим:} \quad \frac{e}{m} = \frac{2d^4}{\epsilon_0^2 S^2} \cdot \frac{I^2}{U^3}. \quad (8)$$

Иногда энергию измеряют в эВ (электронвольт):  $1 \text{ эВ}$  – это энергия, которую приобретает электрон, ускоренный разностью потенциалов  $1B$ , т.е.:

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1B = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

### Выполнение работы

1. Собрать схему (рис.2).
2. Установить ручку реостата  $R$  блока питания на ноль - повернуть ручку реостата (на передней панели слева внизу) против часовой стрелки.
3. Разомкнуть ключ  $Кл$ . Включить установку в сеть. Когда стрелка миллиамперметра установится, замкнуть ключ  $Кл$ .
4. Устанавливая реостатом величину подаваемого напряжения (разность потенциалов между катодом и анодом в пределах от  $10$  до  $20 B$ ), измерить 3 раза величину тока.
5. По формуле (8) вычислить величину  $e/m$ . Результаты занести в таблицу 1.

6. Вычислите удельный заряд электрона, зная его массу ( $m=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг) и заряд ( $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл), и сравните его с полученными экспериментальными данными, укажите причину погрешности.

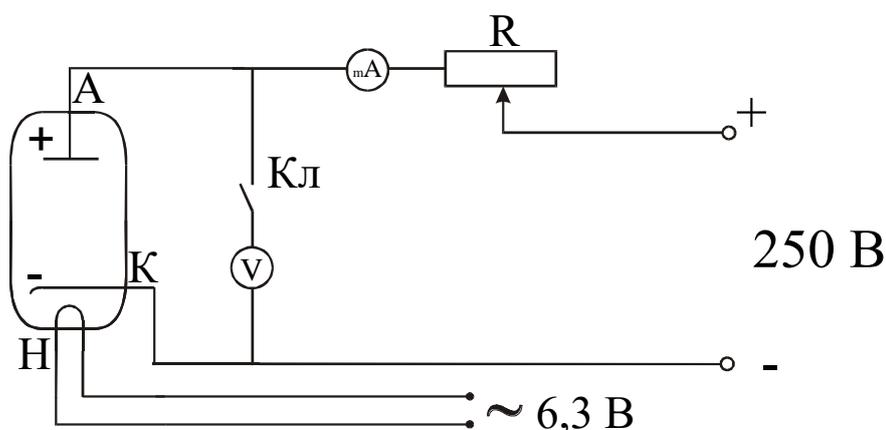


Рис.2

Схема экспериментальной установки.

7. Записать окончательный результат в виде:  $e/m = (e/m)_{cp} \pm \Delta(e/m)_{cp}$

Рабочая площадь анода  $S = 8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  (или по указанию преподавателя). Межэлектродное расстояние  $d = 1,15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

Таблица 1

№	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	$e/m, \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$	$\Delta(e/m), \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$	$\varepsilon, \%$
1					
2					
3					
Ср.					

### Контрольные вопросы

1. Что называется удельным зарядом электрона?
2. Сила, действующая на электрон и как он движется в электрическом поле?
3. Дайте определение единицы измерения энергии – эВ (электронвольт).
4. Вывести формулу для вычисления удельного заряда электрона в данной работе.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №3.3

#### Изучение зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры

**Цель работы:** определение температурного коэффициента сопротивления различных веществ.

**Оборудование:** электрическая печь с тремя катушками, источник питания, ключи, омметр, провода, термометр.

#### Краткая теория

Электрическое сопротивление проводников и полупроводников зависит от температуры. У металлов с увеличением температуры оно возрастает. Это объясняется с точки зрения электронной теории. В металлических проводниках ток представляет собой упорядоченное движение свободных электронов. Положительные ионы металла прочно связаны между собой в узлах кристаллической решётки и совершают колебательные движения около положения равновесия. С повышением температуры увеличивается тепловое колебание ионов. Электроны в процессе упорядоченного движения испытывают большее число столкновений с ионами, отдавая часть своей кинетической энергии — это и приводит к возрастанию электрического сопротивления.

Зависимость сопротивления металлов от температуры с достаточной точностью, в широком диапазоне температур, определяется формулой:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \quad (1)$$

где:  $R_t$  – сопротивление проводника при температуре  $t$ ,  
 $R_0$  – сопротивление проводника при температуре  $0^\circ\text{C}$ ,  
 $\alpha$  - температурный коэффициент сопротивления (у металлов  $\alpha > 0$ ).

Отсюда получаем уравнение для физического смысла  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 \cdot t},$$

$\alpha$  - температурный коэффициент сопротивления — физическая величина, показывающая, какую часть составляет изменение сопротивления от исходного значения при нагревании на 1 градус. Из данной формулы:

$$[\alpha] = \frac{1}{^\circ\text{C}}, \quad \text{а в СИ} - [\alpha] = \frac{1}{\text{K}}.$$

Если измерения проводятся при комнатной температуре  $t_1$ , то сопротивлению проводника обозначим  $R_1$ , которое в соответствии с (1) равно:

$$R_1 = R_0(1 + \alpha t_1). \quad (2)$$

Если измерения проводятся при комнатной температуре  $t_2$ , то сопротивлению проводника обозначим  $R_2$ , которое в соответствии с (1) равно:

$$R_2 = R_0(1 + \alpha t_2). \quad (3)$$

Поделим почленно выражение (2) на (3):

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_0(1 + \alpha t_1)}{R_0(1 + \alpha t_2)},$$

откуда получаем значение  $\alpha$ : 
$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{t_2 R_1 - t_1 R_2}, \quad (4)$$

где  $t_1$  – температура первого измерения,  $t_2$  – температура последующего измерения,  $R_1$  – сопротивление при  $t_1$ ,  $R_2$  – сопротивление при температуре  $t_2$ .

У всех металлов сопротивление увеличивается с увеличением температуры, а следовательно, для металлов  $\alpha > 0$ . Для всех **чистых металлов** температурный коэффициент сопротивления близок к  $1/273 \text{ 1/K} = 0,00367 \text{ 1/K}$ , т.е. к величине температурного коэффициента расширения газов. Следует отметить, что некоторые **сплавы** имеют весьма малое  $\alpha$ , примером чего может служить константан ( $\alpha$  от  $-0,00004$  до  $+0,00001 \text{ K}^{-1}$ ). Поэтому проволоки из таких сплавов применяют для изготовления точных образцов (эталонов) сопротивлений.

У полупроводников зависимость сопротивления от температуры обратная — с увеличением температуры сопротивление их уменьшается. Проводимость полупроводников обусловлена носителями заряда двух типов — свободными электронами и «дырками». В элементарной ячейке кристаллической решётки полупроводника каждый атом связан с четырьмя соседними ковалентными связями, в каждой из которых от атома участвуют по одному электрону. При низких температурах эти связи достаточно прочны, и полупроводник ведёт себя почти как диэлектрик. При повышении температуры электроны приобретают дополнительную энергию и разрывают связи. Чем выше температура, тем больше свободных электронов, то есть больше проводимость. Там, где связь является незаполненной, образуется вакантное место — «дырка», которое может заполнить электрон из другой связи. При включении внешнего поля движение электронов и дырок становится упорядоченным, что и представляет собой ток в полупроводниках.

Зависимость сопротивления **полупроводников** от температуры также выражается формулой (1). Например, удельное сопротивление полупроводника  $\text{Ag}_2\text{S}$  при комнатной температуре  $\rho \approx 5 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , а его температурный коэффициент  $\alpha = -5 \cdot 10^{-2} \text{ град}^{-1}$ .

Высокое удельное сопротивление полупроводника и резко выраженная зависимость его сопротивления от температуры позволяют изготавливать полупроводниковые термометры сопротивления (**термисторы**), обладающие малыми размерами и большой чувствительностью. Это даёт возможность использовать термистор для измерения температуры очень малых объектов, например малых участков растительных и животных организмов.

### Выполнение работы

1. Собрать схему, согласно рис.1. Термометр установить на уровне плоскости, проходящей через середины катушек измеряемых сопротивлений.
2. Измерить начальную температуру  $t_1$ .
3. Переключив ключ  $K_{11}$  на клемму справа (рисунок 1), включаем в цепь мостика катушку  $K_1$ . С помощью омметра определяем её сопротивление

$R$  (нажать кнопку и, не отпуская, с помощью лимба выставить стрелку на ноль). Аналогично, переключив ключи  $K_{л1}$  и  $K_{л2}$  (по схеме) определить сопротивления катушек  $K_2$  и  $K_3$ .

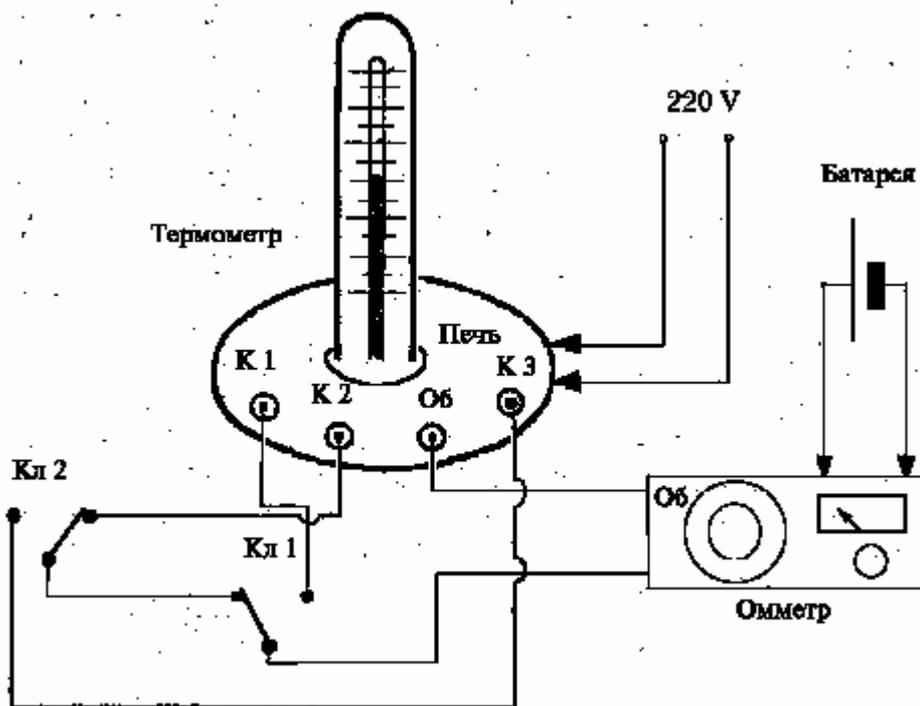


Рис.1

Схема экспериментальной установки

4. Включить печь. Измерять сопротивления катушек через каждые  $8^{\circ}10^{\circ}\text{C}$ , записывая в таблицу 1 значения  $R$  и  $t$  для каждого материала. Прodelать измерения 6 раз. В момент измерений, печь целесообразно отключать.
5. Рассчитать по формуле (4) значения температурного коэффициента сопротивления для каждой катушки.
6. Определить из какого материала сделаны катушки (чистые металлы, сплавы, полупроводники), сравнивая полученные значения температурного коэффициента сопротивления для каждой катушки со справочными значениями температурного коэффициента сопротивления для различных материалов.

Таблица 1

	$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$\alpha, ^\circ\text{C}^{-1}$	$\Delta\alpha, ^\circ\text{C}^{-1}$	$\frac{\Delta\alpha_{\text{cp}}}{\alpha_{\text{cp}}} \cdot 100 \%$
<i>Катушка № 1</i>					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
<i>Среднее</i>					
<i>Катушка № 2</i>					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
<i>Среднее</i>					
<i>Катушка № 3</i>					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
<i>Среднее</i>					

### Контрольные вопросы

1. Как зависит сопротивление металлов и полупроводников от температуры? Объясните эту зависимость с точки зрения электронной теории.
2. Дайте определение температурного коэффициента сопротивления. От чего он зависит?
3. Выведите формулу для определения температурного коэффициента сопротивления в данной работе.
4. Как учитывается температурная зависимость сопротивления полупроводников и металлов в науке и технике?
5. Как используется температурная зависимость сопротивления полупроводников при определении параметров биологических систем?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №3.4

#### Определение сопротивления проводников мостиком Уитстона

**Цель работы:** экспериментальное определение неизвестных сопротивлений мостиком Уитстона.

**Оборудование:** реохорд, гальванометр, магазин сопротивлений, исследуемые сопротивления, аккумулятор на 1,2 В, реостат.

#### Краткая теория

Теоретическая схема мостика Уитстона представляет собой замкнутый контур (рис.1), образованный четырьмя проводниками, имеющими различные сопротивления  $R_1, R_2, R_3, R_4$ . Точки А и С этого контура соединены с полюсами источника тока. На участках АВС и ADC происходит падение потенциала от А до С. Можно путём набора сопротивлений  $R_1$  и  $R_3$  найти такую точку D, потенциал которой будет равен потенциалу т. В, то есть  $\varphi_B = \varphi_D$ . Если эти точки цепи соединить через гальванометр, то он ток не покажет. Так как  $\varphi_B = \varphi_D$ , то

можно записать:

$$\varphi_A - \varphi_B = \varphi_A - \varphi_D \quad \text{и} \quad \varphi_B - \varphi_C = \varphi_D - \varphi_C.$$

(1)

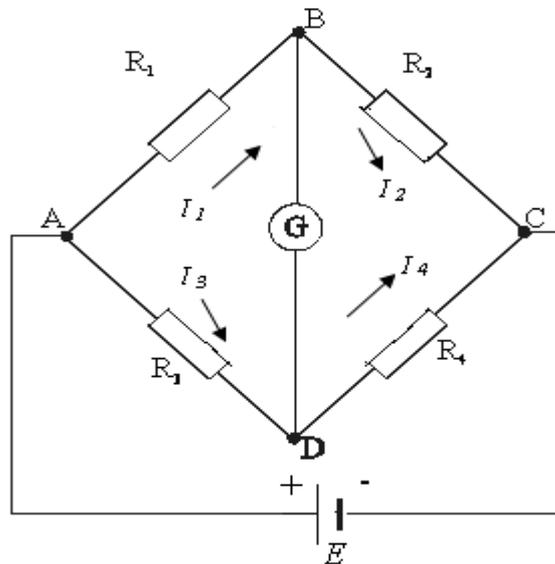


Рис.1

Электрическая схема моста Уитстона

По закону Ома разность потенциалов на участке цепи равна произведению силы тока на сопротивление этого участка, поэтому выражение (1) можно переписать так:

$$\begin{aligned} I_1 \cdot R_1 &= I_3 \cdot R_3 \\ I_2 \cdot R_2 &= I_4 \cdot R_4 \end{aligned} \quad (2)$$

Так как ток через гальванометр  $G$  не течет, то:  $I_1 = I_2$ ,  $I_3 = I_4$ . Разделив выражение (2) почленно одно на другое, получим: 
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}. \quad (3)$$

Это уравнение устанавливает зависимость между четырьмя сопротивлениями мостика Уитстона, если потенциалы точек  $B$  и  $D$  равны.

Пользуясь уравнением (3), можно определить любое из составляющих его четырёх сопротивлений, если известны остальные три.

Искомое сопротивление  $R_x$  составляет одну ветвь мостика (рис.2), во вторую ветвь включен магазин сопротивлений  $R_2$  - это сопротивление можно менять в больших пределах. Сопротивления  $R_3$  и  $R_4$  представляют собой реохорд со скользящим контактом  $D$  (рис.2). Перемещая скользящий контакт  $D$  по струне реохорда, можно подобрать отношения сопротивлений так, чтобы выполнялось равенство (3).

Сопротивления  $R_3$  и  $R_4$  можно рассчитать по формулам:

$$R_3 = \rho \frac{l_3}{S}; \quad R_4 = \rho \frac{l_4}{S}.$$

Отношение сопротивлений  $R_3/R_4$  равно отношению длин  $l_3/l_4$ , так как удельное сопротивление  $\rho$  и площадь сечения  $S$  по всей длине проволоки одинаковы. Перемещают контакт  $D$  по струне  $AC$  до тех пор, пока стрелка гальванометра станет на нулевое деление. Тогда между четырьмя сопротивлениями существует соотношение: 
$$\frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} = \frac{l_3}{l_4}. \quad \text{Откуда:} \quad R_x = R_2 \cdot \frac{l_3}{l_4}. \quad (4)$$

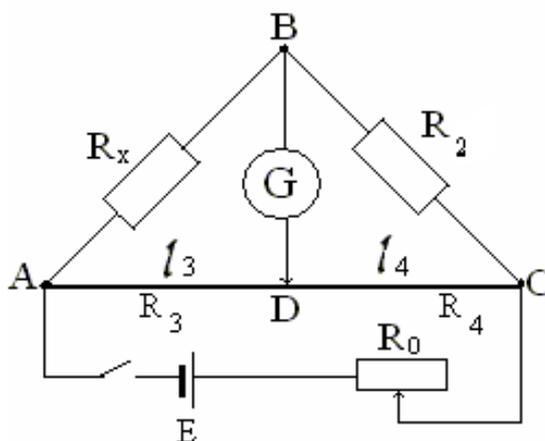


Рис.2

Схема мостика Уитстона с реохордом

Принципиальная схема моста Уитстона лежит в основе приборов, измеряющих физические величины, изменение которых приводит к изменению электрического сопротивления системы.

### Выполнение работы

1. Собрать цепь по схеме (рис.2.).
2. Включить при помощи магазина сопротивление  $R_2$  по указанию преподавателя.

3. Двигая ползунком  $D$ , добиться того, чтобы стрелка гальванометра показывала бы ноль.
4. Определить по шкале реохорда длину участков  $l_3$  и  $l_4$ , записать эти и значения последующих измеряемых величин в таблицу 1.
5. Измерения произвести не менее трёх раз для различных значений  $R_2$ .
6. Аналогичную работу проделать со вторым неизвестным сопротивлением.
7. Соединить неизвестные сопротивления последовательно, параллельно, включая их в цепь мостика и повторяя операции 2 -5.
8. Рассчитать неизвестные сопротивления по формуле (4). Результаты занести в таблицу 1.
9. Сравнить экспериментальные данные  $R_{noc}$  и  $R_{nap}$  из таблицы 1 с их теоретическими значениями, полученными по формулам:  
для последовательного -  $R_{noc} = R_{x1} + R_{x2}$  и для параллельного

соединения:  $R_{nap} = \frac{R_{x1} \cdot R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}}$ , где  $R_{x1} = R_{x1\text{ ср}}$  и  $R_{x2} = R_{x2\text{ ср}}$  из

таблицы 1.

Таблица 1

		$R_2, \text{ Ом}$	$l_3, \text{ м}$	$l_4, \text{ м}$	$R_x, \text{ Ом}$	$\Delta R_x, \text{ Ом}$	$\frac{\Delta R_{x\text{ ср}}}{R_{x\text{ ср}}}, \%$
$R_{x1}$	1						
	2						
	3						
	$Cp$						
$R_{x2}$	1						
	2						
	3						
	$Cp$						
$R_{noc}$	1						
	2						
	3						
	$Cp$						
$R_{nap}$	1						
	2						
	3						
	$Cp$						

### Контрольные вопросы

1. Принцип работы моста Уитстона.
2. Выведите формулу для расчёта неизвестного сопротивления с помощью мостика Уитстона.
3. С какой целью в схеме используется реохорд? Можно ли в качестве реохорда использовать медную проволоку?

4. Для измерения каких величин можно использовать мостовой способ?
5. С какими целями используют сопротивления в электрических схемах?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### **Лабораторная работа №3.5** **Исследование разветвлённых электрических систем**

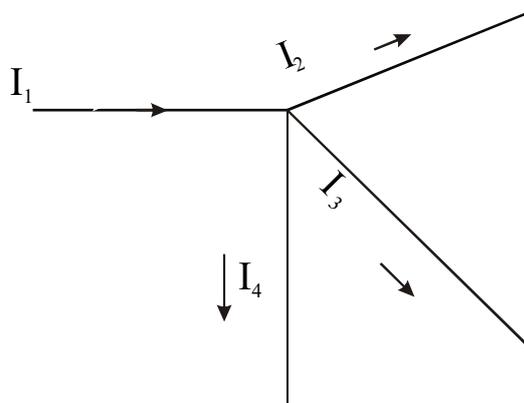
**Цель работы:** экспериментально проверить законы Кирхгофа для разветвленных электрических цепей.

**Оборудование:** набор катушек сопротивлений, смонтированных на панели, вольтметр, два аккумулятора, провода.

#### **Краткая теория**

При расчете простых электрических цепей используют законы Ома. Если же цепь состоит из большого числа сопротивлений и ЭДС, соединенных между собой как последовательно, так и параллельно, то для нахождения токов в каждом элементе цепи применяют законы Кирхгофа.

*Первый закон Кирхгофа:* алгебраическая сумма сил токов в узле равна нулю.



$$\sum_{i=1}^{i=n} I_i = 0. \quad (1)$$

Узел – это точка, где сходится (соединяются) более двух проводников.

Представим себе, что в некоторой точке разветвленной цепи, например, в узле (рис.1) сходятся проводники, при этом ток  $I_1$  направлен к этой точке, а токи  $I_2, I_3, I_4$  — от нее.

*Рис. 1*

*Узел электрической цепи*

Так как рассматривается алгебраическая сумма, то необходимо задать правило выбора знака для тока:

*ток, входящий в узел электрической цепи, берется со знаком плюс, а выходящий со знаком минус.*

Тогда, по первому закону Кирхгофа следует, что:  $I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$ .

Первый закон Кирхгофа исходит из того, что в любой момент времени к узлу (рис.1) притекает такое же количество электричества, которое от него уходит, то есть в узле электрические заряды не накапливаются и не убывают.

*Второй закон Кирхгофа* относится к любому замкнутому контуру разветвленной цепи. *Контур* – это любая электрическая цепь без разветвлений.

2-й закон гласит: *в замкнутом контуре алгебраическая сумма ЭДС, вклю-*

ченных в данный контур, равна алгебраической сумме напряжений, действующих на отдельных участках этого контура.

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{k=1}^l U_k. \quad (2)$$

Так как напряжение, действующее на участке цепи, равно произведению силы тока на сопротивление этого участка, то второй закон Кирхгофа можно выразить так:

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{k=1}^l I_k \cdot R_k, \quad (3)$$

В замкнутом контуре алгебраическая сумма электродвижущих сил, включенных в данный контур, равна алгебраической сумме произведений токов на сопротивление соответствующих участков контура.

Для правильного применения этого закона необходимо установить правило выбора знаков.

1. Задают произвольно направление обхода контура (по часовой стрелке или против).
2. Если направление обхода совпадает с направлением тока на данном участке цепи, то сила тока и падение напряжения на этом участке берется со знаком «плюс» (+), если не совпадает — со знаком «минус» (-).
3. ЭДС источников, находящихся в данном контуре, берется со знаком «плюс» (+), если при выбранном обходе контура осуществляется переход внутри источника от отрицательного полюса к положительному. В противном случае ЭДС берется со знаком «минус» (-).

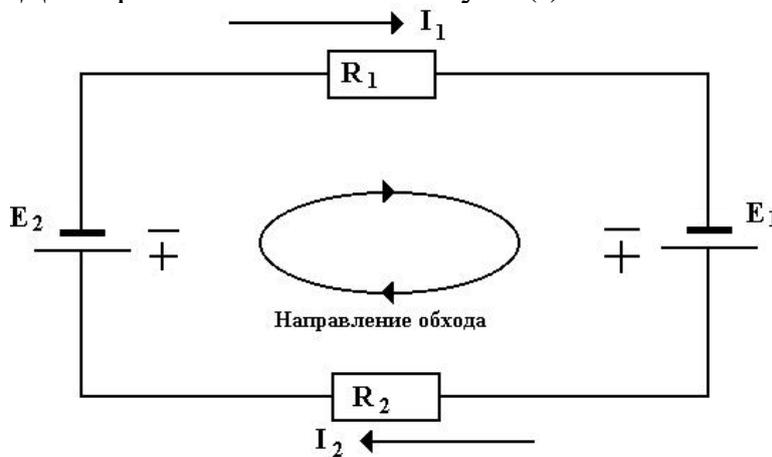


Рис.2

Замкнутый контур электрической цепи

Например, для контура, данного на рис. 2, второй закон Кирхгофа запишется в таком виде:

$$E_1 - E_2 = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2.$$

### Выполнение работы

Для проверки законов собирается сложная электрическая цепь, изображенная на рис.3, где введены следующие обозначения: E<sub>1</sub> и E<sub>2</sub> – аккумуляторы; K<sub>1</sub> и K<sub>2</sub> – ключи; R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> – сопротивления участков цепи; 1, 2, 3, 4 – номера узлов.

Величины сопротивлений даны на установке. Напряжение на участках цепи измеряется вольтметром. Вольтметр должен иметь большое сопротивление с тем, чтобы его подключение к участкам цепи практически не изменило бы распределение токов в цепях.

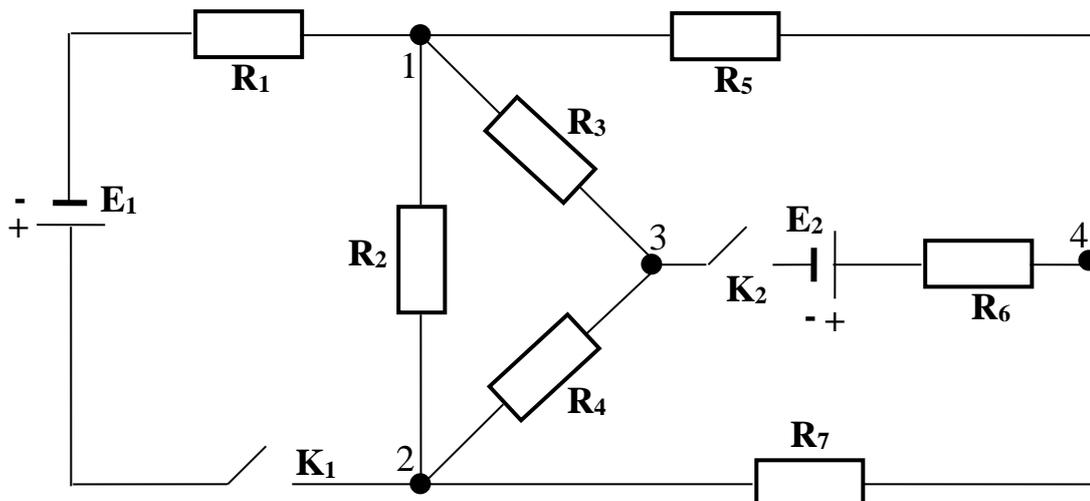


Рис.3

Многоконтурная электрическая цепь

1. Занести значения сопротивлений с панели в таблицу 1, подключить источники  $E_1$  и  $E_2$ .
2. Измерьте вольтметром ЭДС каждого источника (подключить плюс вольтметра к плюсу источника).
3. Подключить аккумуляторы к панели с катушками сопротивлений.
4. Замкнуть ключи  $K_1$  и  $K_2$ .
5. Измерьте вольтметром напряжения, действующие на всех сопротивлениях, определяя при этом направления токов в них, пользуясь обозначением полюсов на вольтметре (за направление тока принято направление от (+) к (-) источника). Обозначить направления токов в каждом резисторе на схеме рис.3.
6. Результаты измерений занести в таблицу.
7. Определить значение силы тока на каждом участке, используя закон Ома для участка цепи  $I = \frac{U}{R}$ .
8. Зная величину и направление силы тока в каждой ветви цепи, определить по формуле (1) сумму токов для каждого из четырех узлов.

Таблица 1

				Первый закон		Второй закон			
	$R, \text{ Ом}$	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	№ узла	$\sum_{i=1}^n I_i, \text{ А}$	Контур	$\sum_i^n E_i$ В	$\sum_k^l U_k$ В	$\sum_i^n E_i - \sum_k^l U_k$ В
1				1		1-2-E <sub>1</sub> -1			
2				2		1-3-2-1			
3				3		1-4-3-1			

4				4		2-3-4-2			
5									
6									
7									
$E_1 = B$					$E_2 = B$				

9. Проверить справедливость формулы (2), рассчитав для выбранных контуров (в таблице 1 или в других по указанию преподавателя) значения:  $\sum_i^n E_i$ ,

$$\sum_k^l U_k, \quad \sum_i^n E_i - \sum_k^l U_k. \quad 10. \text{ Сделай вывод.}$$

### Контрольные вопросы

1. Когда целесообразно использовать законы Кирхгофа для расчёта электрических цепей?
2. Как определяется в данной работе направление токов на участках цепи?
3. Сколько узлов в данной электрической цепи и сколько замкнутых контуров?
4. Первый закон Кирхгофа и правило знаков для токов в узле.
5. Второй закон Кирхгофа и правило выбора знаков для ЭДС и падения напряжения. Записать пример для любого контура в данной схеме.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №3.6

#### Ознакомление с методами ультравысокочастотной (УВЧ) терапии

**Цель работы:** ознакомление с методом УВЧ терапии, ознакомление с принципом действия аппарата для УВЧ терапии, исследование теплового воздействия переменного электрического поля УВЧ на диэлектрики и электролиты

**Оборудование:** аппарат УВЧ-66, кюветы с электролитом и диэлектриком, два термометра, индикатор наличия УВЧ-поля (неоновая лампочка).

#### Краткая теория

Ткани человека и животных представляют сложную биоэлектрическую цепь, состоящую из своеобразных сложных веществ. Тканевая жидкость, клеточные включения, соли, белковые молекулы, коллоидные частицы, несущие на себе электрические заряды, в основном обеспечивают ионную проводимость тканей.

Помимо ионной проводимости, в тканях за счёт поляризации (структурной и ориентационной) молекул диэлектрика, происходят их колебательные движения.

Воздействие электрического поля вызывает в тканях смещение ионов и других заряженных частиц и молекул. При этом ионные частицы в силу своей свободной ориентации успевают переместиться вдоль линий напряжённости элек-

трического поля, а молекулы диэлектрика - совершить смещения относительно положения равновесия. Под действием переменного электрического поля эти процессы будут носить колебательный характер. Смещение ионов под воздействием *ВЧ* факторов будут чрезвычайно малым, в связи с чем концентрация ионов внутри клетки не меняется и отсутствуют явления, приводящие к электролизу. Эти явления особенно выражены при действии переменных токов частотой свыше *500 кГц*.

Колебательные движения заряженных частиц представляет собой переменный электрический ток, в результате чего выделяется тепло. Тепло образуется внутри тканей и называется эндогенным в отличие от экзогенного тепла, подводимого к тканям извне.

Общий тепловой эффект при воздействии *ВЧ* поля носит термоселективный характер. Это означает, что каждая ткань выделяет наибольшее количество тепла при воздействии определённой частоты поля. Так, например, для мышц избирательной частотой является *140 МГц*, для крови - *115 МГц*, для кожи - *60 МГц*, для печени - *54 МГц*, для мозга - *30 МГц*, для жира - *1 МГц*.

Биофизические процессы в тканях под действием *ВЧ* полей не ограничиваются только процессами теплообразования. Переменные колебания частиц и молекул приводят к сложным изменениям микроструктур, влияют на скорость колебательных движений боковых цепей крупных молекул белка, тем самым изменяя их специфичность. Это нетепловое или осцилляторное действие приводит к развитию своеобразных процессов, изменяющих возбудимость и проводимость клеток, функционирование тканей.

Специфичность действия *ВЧ* факторов во многом определяется именно колебательным эффектом, свойственным определённому диапазону частот. Таким образом, характер воздействия электрического поля на ткани зависит от частоты. Электрические колебания по частоте делятся на несколько следующих диапазонов, которые используются при различных лечебных методах:

Высокая частота (*ВЧ*) *0,2 – 30 МГц*

Ультравысокая частота (*УВЧ*) *30 – 300 МГц*

Сверхвысокая частота (*СВЧ*) более *300 МГц*

В данной работе изучается характер воздействия электрического поля *УВЧ*, а также принцип действия аппарата *УВЧ*.

Лечебный метод, где действующим фактором является электрическое поле с частотой от *30* до *300 МГц*, подведённое к тканям с помощью конденсаторных пластин, называется *УВЧ-терапией*. В шкале радиоволн этот вид колебаний относится к диапазону *УКВ* (длина волны от *10 см* до *1 м*). Эквивалентная электрическая схема тканей при *УВЧ-терапии* может быть представлена рис. 1.

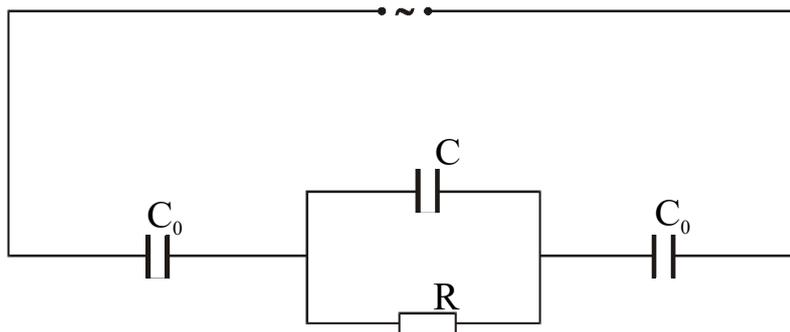


Рис.1

Эквивалентная электрическая схема тканей при УВЧ терапии с сопротивлением  $R$ , и ёмкостями ткани  $C$  и  $C_0$

Две ёмкости  $C_0$  обусловлены зазорами под электродами или их изоляцией, а  $C$  – прежде всего ёмкостью мембран клеток тканей. Из схемы ясно, почему при УВЧ частоте выделяется тепла в тканях значительно больше, чем при воздействии ВЧ или НЧ: это объясняется уменьшением общего сопротивления цепи.

Сопротивление организма уменьшается с повышением частоты вследствие уменьшения поляризационных явлений, как на электродах, так и внутри тканей организма. Для справки в таблице 1 указаны примерные величины удельного сопротивления некоторых тканей организма при частотах от 1 МГц до 1000 МГц.

Таблица 1 (Удельное сопротивление в Ом · м)

Частота (в МГц)	1	200	1000
Кровь	1	0,9	0,8
Мышцы	1,7	1,2	0,84
Внутренние органы	2-7	1,2-1,8	0,8-1,2
Мозг и нервная ткань	8-10	6-8	4-5
Жировая ткань	20-50	15-40	11-35

Известно, что ёмкостное сопротивление  $X_c$ , обусловленное  $C_0$  и  $C$ , обратно пропорционально ёмкости и частоте, т.е.:

$$X_c = \frac{1}{2\pi\nu \cdot C},$$

откуда следует, что  $X_c$  уменьшается с повышением частоты. Поэтому, при воздействии УВЧ полей через тело могут проходить большие токи по сравнению с ВЧ и НЧ при одних и тех же значениях напряжения. Это обеспечивает выделение большого количества теплоты.

Действие УВЧ поля в жидких токопроводящих средах вызывает направленное колебание ионов, а в тканях диэлектриков — колебания их относительно положения равновесия. Изменение положения ионов, дипольных и полярных молекул сопровождается выделением тепла. В тканях организма, неоднородных по своим электрическим свойствам, при одной и той же напряжённости и частоте поля УВЧ образование тепла будет различным и зависит от величины диэлектрической проницаемости и удельной электрической проводимости ткани. Любая ткань организма имеет свои эти значения и поэтому при воздействии электрическим полем УВЧ теплообразование выражено как в поверхностных, так и в глубинных тканях.

В России принято использовать в аппарате УВЧ частоту 40,58 МГц. При этой частоте нагревание тканей-диэлектриков происходит интенсивнее, чем тканей-электролитов.

Считается, что электрическое поле УВЧ оказывает на ткани организма, особенно на имеющиеся в них нервные рецепторы, главным образом не тепловое, а так называемое осцилляторное действие, не зависящее от теплового эффекта и проявляющееся даже в его отсутствие.

Под осцилляторным действием понимают биологические реакции организма, связанные с тонкими изменениями в клеточной и молекулярной структуре тканей, происходящие под действием электрического поля *УВЧ*. Это даёт основание применять электрическое поле не только в тепловой (то есть при выраженном ощущении тепла), но и при слабой тепловой дозировке, почти не вызывающей ощущения тепла.

Применение электрического поля *УВЧ* в нетепловой дозировке оказывает выраженное осцилляторное действие. Происходит изменение структуры сложных белковых молекул, например, молекул ферментов и др. Имеют место сдвиги концентрации ионов у пограничных клеточных мембран, изменение условий гидратации и дегидратации молекул и т. д., что и приводит к физико-химическим изменениям в клеточной структуре, особенно коллоидных тканей.

Изолировать полностью тепловое и осцилляторное действия практически невозможно, поэтому ответные реакции организма связаны с их суммарным эффектом. При некоторых методиках можно создавать преимущество теплового или осцилляторного действия.

Наиболее полно изучено действие электрического поля *УВЧ* на воспалительные биологические процессы. Оно вызывает усиление микрокровообращения (в капиллярах), улучшается кровоток, усиливаются обменные процессы в очаге воспаления, Электрическое поле *УВЧ* снижает жизнедеятельность бактерий, в то же время замедляет всасывание токсических продуктов из очага воспаления. Усиливаются процессы образования защитного барьера из элементов соединительной ткани. Перечисленное выше позволяет эффективно применять *УВЧ-терапию* в сельском хозяйстве для лечения маститов и некоторых других заболеваний у животных.

### Описание лабораторной установки

В работе используется аппарат *УВЧ-66*. Аппарат *УВЧ* состоит из двухтактного лампового генератора (*ЛГ*) и терапевтического контура (*ТК*). Воздействие электрическим полем *УВЧ* на организм производится посредством электродов пациента (*ЭП*), представляющих собой конденсатор, которые включены в терапевтический контур, индуктивно связанный с основным колебательным контуром генератора.

Индуктивная связь исключает возможность попадания больного под высокое постоянное напряжение, которое подается на аноды ламп генератора.

Наибольшая мощность выделяется в *ТК* при условии резонанса, то есть, когда частота собственных колебаний *ТК* совпадает с частотой колебаний, возникающих в колебательном контуре генератора.

Частота собственных колебаний контура, а следовательно и резонансная частота  $\omega_p$  зависят от его индуктивности  $L$  и ёмкости  $C$ :

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot$$

Емкость терапевтического контура складывается из емкости между электродами пациента и емкости переменного конденсатора. Так как при различных процедурах емкость между электродами пациента меняется, то каждый раз необходимо делать подстройку *ТК* в резонанс, изменяя емкость переменного конденсатора ручкой *НАСТРОЙКА*, расположенной на

передней панели аппарата.. Вся электрическая схема аппарата смонтирована в металлическом корпусе. Отдельные элементы схемы экранированы. Элементы управления находятся на передней панели и имеют соответствующие подписи.

Переключатель *НАПРЯЖЕНИЕ* служит для регулировки рабочих режимов аппарата в условиях колебания напряжения в сети. Контроль напряжения в сети осуществляется при нажатии кнопки *КОНТРОЛЬ*. Для изменения мощности, отдаваемой генератором, служит переключатель *МОЩНОСТЬ*, имеющий четыре положения: 0; 2; 40; 70 Вт.

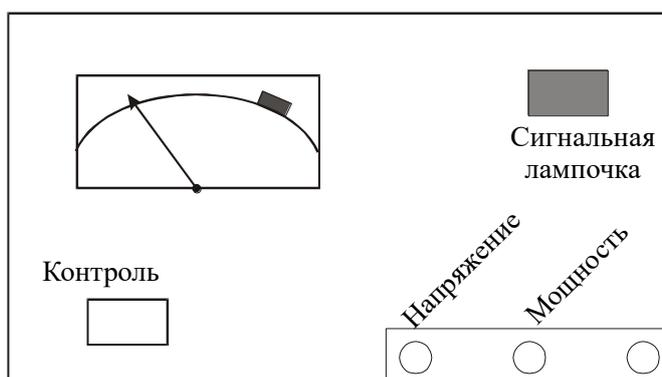
Контроль настройки терапевтического контура в резонанс осуществляется с помощью стрелочного измерительного прибора. На правой боковой стенке аппарата укреплены два кронштейна для установки держателей электродов, имеющих шарнирные соединения, обеспечивающие установку электродов в различные положения.

### При работе с аппаратом УВЧ запрещается:

- Приступать к работе, не ознакомившись с описанием работы.
- Подключать или отключать заземление и заменять предохранители при включенном аппарате.
- Подносить к проводам и электродам аппарата металлические предметы во избежание ожогов током ВЧ.
- Заменять электроды и провода при включенном аппарате.
- Близко подходить, наклоняться к электродам при настроенном в резонанс аппарате, подносить близко к нему мобильные телефоны.

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с описанием работы.
2. Установить исходное положение органов управления: переключатель *НАПРЯЖЕНИЕ* в положение *ВЫКЛ*, переключатель *МОЩНОСТЬ* в положение 0.
3. Подвести электроды к кюветам с электролитом и диэлектриком.
4. Подключить шнур питания к сетевой розетке.
5. Произвести включение аппарата в следующей последовательности:
  - а) перевести ручку переключателя *НАПРЯЖЕНИЕ* в положение 1, при этом должна загореться сигнальная лампочка;
  - б) нажать кнопку *КОНТРОЛЬ* и ручкой переключателя *НАПРЯЖЕНИЕ* установить стрелку индикаторного прибора в пределах красного сектора;



- в) дать аппарату прогреться 1,5-2 мин. и только после этого установить ручку переключателя *МОЩНОСТЬ* в заданное положение (в данной работе достаточно мощности 20 Вт);
- г) ручкой *НАСТРОЙКА* аккуратно плавно добиться максимального отклонения стрелки (стрелка будет находиться в пределах  $\frac{1}{3}$  части

шка-  
неоновой лампоч-

Рис.2

лы); д) проверить

Схема передней панели аппарата

кой – индикатором наличие

электрического поля у электродов. При поднесении к электродам в режиме резонанса лампочка должна светиться наиболее ярко и стрелка индикатора (миллиамперметра) отклоняется на максимальное значение.

6. Измерьте начальные температуры  $t_1$  и  $t_2$  жидкостей в кюветах.
7. Запишите показания термометров через каждые 3 мин. в течение 21 мин.
8. Результаты измерений занесите в таблицу 1.
9. По окончании работы переключатель **МОЩНОСТЬ** поставьте в положение 0, переключатель **НАПРЯЖЕНИЕ** в положение **ВЫКЛ.** Отключить шнур питания аппарата из сетевой розетки.
10. Построить график зависимости температуры исследуемых жидкостей от времени воздействия на них электрического поля УВЧ. Сделать вывод.

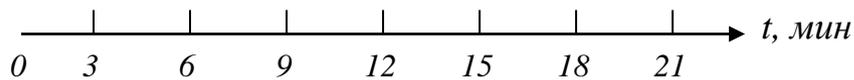
Таблица 1

№	$t$ , мин.	$t_1$ , °C (электролит)	$t_2$ , °C (диэлектрик)
1	0		
2	3		
3	6		
4	9		
5	12		
6	15		
7	18		
8	21		

### Контрольные вопросы

1. Что является причиной нагревания электролитов и диэлектриков при действии на них поля УВЧ?
2. Что называется термоселективным эффектом и прочему он наблюдается при действии ВЧ поля?
3. Осцилляторное действие поля УВЧ.
4. Что представляет собой аппарат УВЧ-терапии?
5. Каково назначение терапевтического контура и конденсатора переменной ёмкости в нем?
6. Какие изменения возникают в тканях под действием поля УВЧ и как это используется при лечении заболеваний?
7. Какое из используемых в данной работе веществ интенсивнее нагревается и почему?

$t, ^\circ\text{C}$  ↑



Работа выполнена	Работа зачтена

### Лабораторная работа №3.7

#### Снятие выходных характеристик транзистора

**Цель работы:** снятие выходных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером, проанализировать изменения тока коллектора  $I_k$  от напряжения коллектора  $U_k$  при различных значениях тока базы  $I_b$ . Пользуясь результатами исследования, рассчитать коэффициент усиления по току  $\beta$  при  $U_k = const$ .

**Оборудование:** транзистор  $p-n-p$  типа, миллиамперметр, микроамперметр, реостаты, вольтметр, ключи, источники питания на  $1,2\text{ В}$  и  $25\text{ В}$ , провода.

#### Краткая теория

Коэффициент усиления транзистора по току в схеме с общим эмиттером  $\beta$  - физическая величина, показывающая во сколько раз изменение тока коллектора больше изменения тока базы при постоянном напряжении  $U_k$  между базой и коллектором, т.е.:  $\beta = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_b}$ , ( $U_k = const$ ).

Транзистор обычно состоит из трёх полупроводниковых пластин. Такие плоскостные транзисторы могут быть двух видов:  $p-n-p$  и  $n-p-n$  типов.

Рассмотрим транзистор  $p-n-p$ -типа (рис.1). Крайние пластины Э и К, называемые соответственно эмиттером и коллектором, имеют дырочную проводимость; средняя пластина О (основание или база) имеет электронную проводимость (на рис.4 показано изображение в электрических цепях такого транзистора).

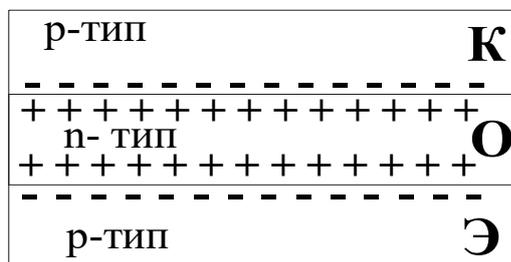


Рис.1

Транзистор  $p-n-p$  типа

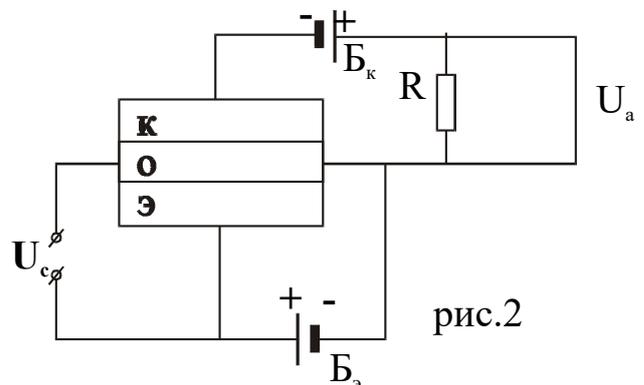


рис.2

Схема усилителя с общим эмиттером

Очевидно, что в транзисторе образуется два запирающих слоя (во взаимно противоположных направлениях): один между эмиттером и базой, другой - между коллектором и базой.

На рисунке 2 представлена простейшая схема транзисторного усилителя слабых сигналов напряжения. Батарея  $B_k$  включена между базой и коллектором так, чтобы коллекторный переход был в запирающем режиме (минус на  $p$ -полупроводник). Батарея  $B_e$  включена между эмиттером и базой в пропускном направлении (плюс на  $p$ -полупроводник). Под её влиянием дырки из эмиттера перемещаются в базу, так как для них переход является открытым. Таким образом, эмиттер «впрыскивает» дырки в базу подобно тому, как катод электронной лампы «впрыскивает» электроны в пространство между катодом и анодом.

Транзистор имеет очень тонкое основание, его толщина составляет порядка  $10^{-3}$  см. К тому же концентрация электронов в базе значительно меньше концентрации дырок в эмиттере и коллекторе. Это необходимо для того, чтобы большинство дырок переходили из базы в коллектор, не успев воссоединиться со свободными электронами базы.

Дырки, достигающие коллекторного перехода, втягиваются его полем в коллектор.

Напряжение  $U_e$ , приложенное между эмиттером и базой играет роль сеточного напряжения лампового усилителя. Оно может уменьшать или увеличивать поток дырок из эмиттера в базу (в зависимости от того в каком направлении — пропускном или запирающем оно приложено). Поэтому, в случае колеблющегося напряжения  $U_e$  изменяется концентрация дырок в базе, что в свою очередь вызывает соответствующее изменение тока в цепи коллектора  $I_k$  и изменение напряжения  $U_R$  на сопротивлении  $R$ .

Так как  $U_R \gg U_e$  (сопротивление  $R$  велико и  $I_k \gg I_0$ ), то и  $\Delta U_R \gg \Delta U_e$ . Таким образом, слабое колебание напряжения цепи эмиттера вызывает значительное колебание напряжения на выходном сопротивлении  $R$  цепи коллектора.

Транзисторы могут быть использованы для усиления биоэлектрических сигналов. Биопотенциалы — медленно изменяющиеся и слабые сигналы. Малая величина биопотенциалов вызывает необходимость использовать усилители с достаточно большим коэффициентом усиления.

Полупроводниковые диоды и триоды могут иметь весьма малые размеры (порядка 1 см и менее), не нуждаются в нагреве (как накал катода в лампах), просты по устройству, механически прочны, имеют большой срок службы. Поэтому они почти полностью заменили электронные лампы.

Появление полупроводниковых диодов и транзисторов явилось исторической предпосылкой перехода к производству интегральных микросхем. Современная полупроводниковая интегральная микросхема — это функциональный электронный узел, элементы и соединения которого конструктивно неразделимы и изготавливаются в едином технологическом процессе в объеме и на поверхности общего кристалла. В настоящее время эффективно внедряется в производстве микросхем «нанотехнологии» (слово - от приставки «нано», в данном случае —  $10^{-9}$ м).

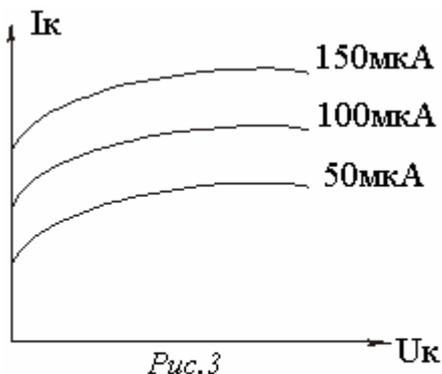


Рис.3  
Выходные статические характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером

Семейство выходных статических ( $U_k = const$ ) характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером (рис.3) выражает зависимость выходного тока — тока коллектора  $I_k$  от выходного напряжения коллектора  $U_k$  при различных значениях тока базы  $I_b$ . Такая (рис.3) зависимость объясняется следующими факторами. Под действием прямого напряжения, которое приложено к эмиттеру, дырки переходят в область базы. Если напряжение в цепи коллектора небольшое, то большая часть дырок рекомбинирует с электронами в области базы, а меньшая их часть доходит

до коллектора, образуя в нём ток. С увеличением напряжения коллектора ширина перехода «коллектор – база» увеличивается, а ширина базы становится меньше.

Этим облегчается прохождение носителей тока и уменьшается их рекомбинация в области базы. При некотором критическом значении  $U_k$  ток коллектора резко возрастает. Это может произойти либо из-за лавинообразной ионизации, либо из-за уменьшения толщины базы (при резком увеличении тока коллектора напряжение сразу же следует уменьшить, иначе транзистор может выйти из строя).

С помощью статических характеристик можно выбрать наиболее выгодный режим работы транзистора, ток смещения базы, коэффициент усиления по току и др.

### Выполнение работы

1. Собрать установку по схеме рис.4:

При этом нужно обратить внимание на то, чтобы цепь была разомкнута, ползунок реостата  $R_1$  находился в положении наибольшего сопротивления, ползунок потенциометра  $R_2$  - в положении наименьшего снимаемого с него сопротивления.

2. Включив установку в сеть и замкнув ключи, устанавливают с помощью реостата  $R_1$  величину тока базы  $I_{b1}$  равной  $50 \text{ мкА}$  (или другое его значение по указанию преподавателя).
3. Затем, передвигая ползунок потенциометра  $R_2$ , увеличивают напряжение в цепи коллектора от  $0 \text{ В}$  до  $12 \text{ В}$  в соответствии с таблицей 1, записывают показания вольтметра и соответственно миллиамперметра. При этом ток базы поддерживают реостатом  $R_1$  постоянным.

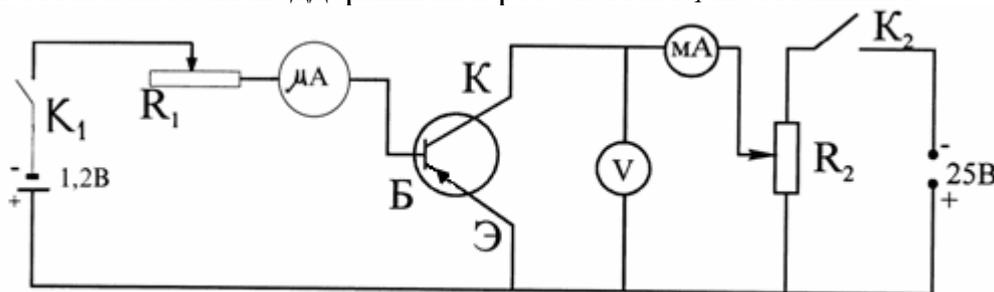


Рис4.  
Схема экспериментальной установки

4. Аналогичным образом снимают показания вольтметра и миллиамперметра при токах базы  $I_{\beta 2}$  и  $I_{\beta 3}$  100 мкА и 150 мкА (или других его значениях по указанию преподавателя).
5. Результаты измерений записывают в таблицу и по ним строят график зависимости тока коллектора от напряжения на коллекторе при соответствующих токах базы.
6. Рассчитать коэффициенты усиления  $\beta$  при различных значениях  $U_{\kappa} = const$  и  $\Delta I_{\kappa}$  по формулам:

$$\beta = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\beta}} = \frac{I_{\kappa 2} - I_{\kappa 1}}{I_{\beta 2} - I_{\beta 1}} \quad \text{или} \quad \beta = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\beta}} = \frac{I_{\kappa 3} - I_{\kappa 2}}{I_{\beta 3} - I_{\beta 2}}, \quad \text{или} \quad \beta = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\beta}} = \frac{I_{\kappa 3} - I_{\kappa 1}}{I_{\beta 3} - I_{\beta 1}}.$$

Таблица 1

№	$U_{\kappa}, B$	$I_{\beta 1} = \dots \text{ мкА}$		$I_{\beta 2} = \dots \text{ мкА}$		$I_{\beta 3} = \dots \text{ мкА}$	
		$I_{\kappa}, \text{ мА}$	$\beta$	$I_{\kappa}, \text{ мА}$	$\beta$	$I_{\kappa}, \text{ мА}$	$\beta$
1	0						
2	2						
3	4						
4	6						
5	8						
6	10						
7	12						

### Контрольные вопросы

1. Проводимость (электронная и дырочная) полупроводников.
2. Объясните свойства  $p-n$  перехода.
3. Устройство и принцип работы транзистора.
4. Что называется коэффициентом усиления транзистора по току и как его найти по экспериментальным данным?
5. Изобразить и объяснить выходные статические ( $I_{\beta} = const$ ) характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером.
6. В чём преимущества транзисторов перед электронными лампами?
7. Особенности строения и функционирования современных интегральных микросхем.

Работа выполнена	Работа зачтена

### Лабораторная работа №3.8

#### Определение горизонтальной составляющей индукции

## магнитного поля Земли

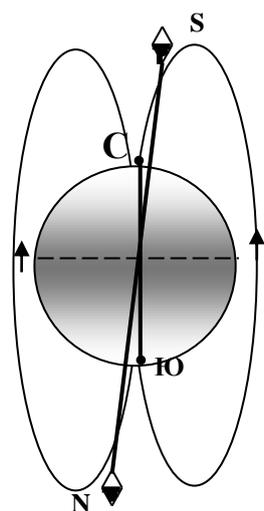


Рис.1

Магнитное поле Земли

**Цель работы:** определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.

**Оборудование:** тангенс-гальванометр, миллиамперметр, реостат, двойной переключатель, источник постоянного тока.

### Краткая теория

Земля представляет собой огромный магнит, полюса которого лежат вблизи географических полюсов: вблизи северного географического полюса расположен южный магнитный полюс, а вблизи южного географического — северный (рис.1). Линии индукции магнитного поля Земли у экватора направлены горизонтально поверхности земли, у магнитных полюсов — вертикально, а в остальных точках земной поверхности под некоторым углом к поверхности Земли.

Существование магнитного поля в любой точке Земли можно установить с помощью магнитной стрелки. Если подвесить магнитную стрелку на нити  $L$  (рис. 2) так, чтобы точка подвеса совпадала с центром тяжести стрелки, то стрелка установится по направлению касательной к силовой линии магнитного поля Земли. В северном полушарии — северный конец будет наклонен к Земле и стрелка составит с горизонтом угол наклона  $\theta$ . Вертикальная плоскость, в которой расположится стрелка, называется плоскостью магнитного меридиана. Вектор  $\vec{B}$  полной индукции магнитного поля Земли можно разложить на две составляющие: горизонтальную  $B_H$  и вертикальную  $B_V$  (рис. 2).

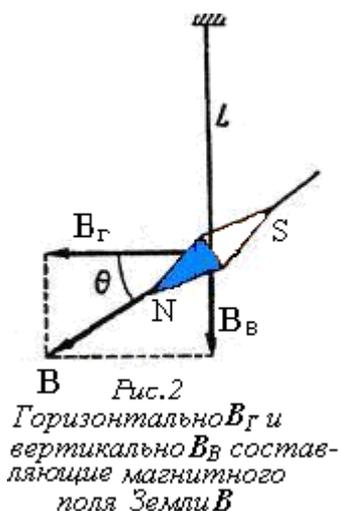


Рис.2  
Горизонтально  $B_H$  и вертикально  $B_V$  составляющие магнитного поля Земли  $B$

В соответствии с одной из теорий наличие магнитного поля Земли объясняется существованием электрических токов, циркулирующих на больших глубинах в жидком ядре Земли.

В основу метода измерения горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли положен принцип суперпозиции полей, в соответствии с которым индукция результирующего магнитного поля определяется векторной суммой индукций магнитных полей, налагающихся друг на друга в исследуемой области пространства:

$$\vec{B}_p = \sum \vec{B}_i .$$

Если в области расположения магнитной стрелки, установившейся вдоль магнитного меридиана, создать дополнительное магнитное поле индукцией  $B_k$  (рис.3), то магнитная стрелка отреагирует на включение дополнительного магнитного поля поворотом на угол  $\alpha$ , соответствующий ориентации вектора индукции результирующего магнитного поля.

По известной величине индукции дополнительного магнитного поля и измеренном угле  $\alpha$  можно вычислить горизонтальную составляющую индукции магнитного поля Земли по формуле:

$$B_{\Gamma} = \frac{B_{\kappa}}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Для определения  $B_{\Gamma}$  служит тангенс-гальванометр. Он представляет собой катушку из нескольких витков. В центре катушки в горизонтальной плоскости расположен компас.

В отсутствие тока в катушке магнитная стрелка компаса расположена в плоскости магнитного меридиана. При выполнении работы плоскость катушки совмещают с плоскостью магнитного меридиана, если после этого по катушке пропустить ток, то магнитная стрелка повернётся на некоторый угол, так как на стрелку будет действовать ещё одно магнитное поле — поле созданное током  $B_{\kappa}$  и направленное перпендикулярно плоскости витка (его направление можно определить по правилу буравчика). Таким образом, на стрелку будут действовать два взаимно перпендикулярных поля. Под действием этих двух полей стрелка установится по направлению равнодействующей индукции.

На рис.3:  $B_{\Gamma}$  – вектор горизонтальной составляющей магнитного поля Земли,  $B_{\kappa}$  – индукция магнитного поля, созданного током, идущим по катушке;  $\alpha$  – угол, на который повернулась стрелка компаса.

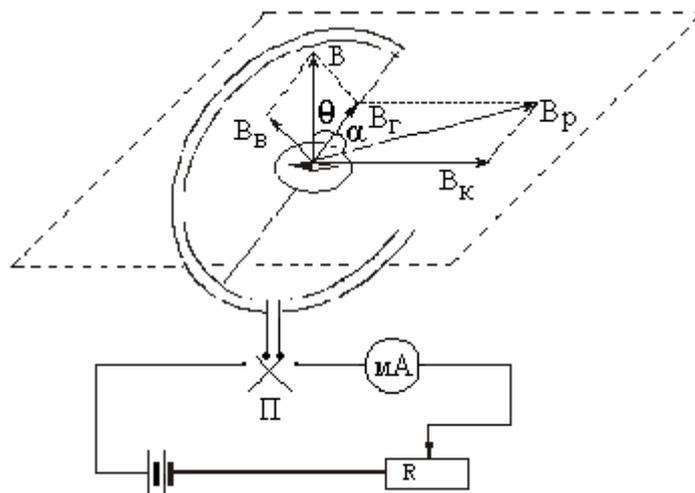


Рис.3

Схема установки

Из рисунка видно, что  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_{\kappa}}{B_{\Gamma}}$ . Индукция магнитного поля для кругового витка (в данном случае для катушки) с током в его центре определяется по формуле:  $B_{\kappa} = \mu \mu_0 \frac{IN}{2R}$ , где  $\mu$  – относительная магнитная проницаемость среды (для воздуха  $\mu = 1$ ),  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$  – магнитная постоянная,  $I$  – сила тока в катушке,  $N$  – число витков в катушке,  $R$  – радиус витков провода катушки.

С учётом двух последних формул получаем:

$$B_{\Gamma} = \mu \mu_0 \frac{I \cdot N}{2R \cdot \operatorname{tg} \alpha}. \quad (1)$$

Магнитное поле оказывает воздействие на биологические системы, которые в нём находятся. Имеются сведения о морфологических изменениях у животных и растений после пребывания в постоянном магнитном поле, об

ориентации растений в магнитном поле, влиянии магнитного поля на нервную систему и изменение характеристик крови. Многие животные, например, муравьи хорошо чувствуют магнитное поле Земли и могут ориентироваться по нему.

### Выполнение работы

1. Собрать схему по рисунку 3.
2. Поворачивая тангенс-гальванометр с компасом, устанавливают плоскость катушки тангенс-гальванометра в плоскости магнитного меридиана так, чтобы один конец стрелки компаса совпадал с 0.
3. Включить постоянный ток, движком реостата установить какое-то значение тока и измерить его по амперметру.
4. Как только стрелка компаса придёт в равновесие, отсчитать по шкале компаса угол поворота стрелки ( $\alpha_1$ ), изменить переключателем  $\Pi$  направление тока и измерить угол поворота стрелки ( $\alpha_2$ ). Определить среднее значение угла  $\alpha_{cp} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$ . Опыт повторить три раза при различных значениях тока.
5. По расчётной формуле (1) каждый раз определить  $B_{\Gamma}$ . Результаты измерений занести в таблицу 1.
6. Определить абсолютную и относительную погрешности измерений. Записать численный результат в виде:  $B_{\Gamma} = B_{\Gamma cp} \pm \Delta B_{\Gamma cp}$ .

Таблица 1

$N_{\text{б}}$	$I, A$	$\alpha_{cp}$	$tg \alpha$	$R, m$	$N$	$B_{\Gamma}, Tл$	$\Delta B_{\Gamma}, Tл$	$\frac{\Delta B_{\Gamma cp}}{B_{\Gamma cp}}$
1								
2								
3								
$Cp$								

### Контрольные вопросы

1. Что понимают под магнитным полем?
2. Что называется индукцией магнитного поля?
3. Что называется силовой линией магнитного поля? Как магнитное поле изображается графически?

4. Как индукция магнитного поля связана с напряженностью магнитного поля?
5. Записать и объяснить закон Био-Савара-Лапласа, вывести формулу для определения индукции магнитного поля в центре витка с током.
6. Что из себя представляет магнитное поле Земли? Что такое магнитный меридиан? Как направлен вектор индукции магнитного поля по отношению к магнитному меридиану?
7. Пояснить, что такое горизонтальная и вертикальная составляющие магнитного поля Земли?
8. Как узнать направление тока в витках тангенс-гальванометра по отклонению магнитной стрелки?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

Л

### Лабораторная работа №3.9

#### Определение коэффициента самоиндукции соленоида

**Цель работы:** определить коэффициент самоиндукции соленоида.

**Оборудование:** источник переменного тока на 220 В, амперметр на 1 А, вольтметры на 30 В и 300 В, катушка с сердечником.

#### Краткая теория

Явление электромагнитной индукции было открыто в 1831 году английским физиком Фарадеем. Он обнаружил, что во всяком замкнутом контуре (проводнике) при изменении потока магнитной индукции ( $\Phi$ ) через площадь, ограниченную этим контуром, возникает электрический ток. Этот ток называется *индукционным* (наведенным) током.

При всяком изменении магнитного потока, пронизывающего проводящий контур, в контуре возникает ЭДС индукции – это явление называется *электромагнитной индукцией*. Возникающую при этом ЭДС, принято называть *ЭДС индукции*.

Величина ЭДС индукции, возникающая в замкнутом контуре, пропорциональна **скорости изменения магнитного потока** через площадь, ограниченную контуром (*закон Фарадея для электромагнитной индукции*):  $\varepsilon \sim d\Phi/dt$ , где  $\Phi$  – поток магнитной индукции,  $t$  - время.

В 1883 г. Ленц установил общее правило для определения направления индукционного тока, получившее название *правила Ленца*:

*индукционный ток имеет такое направление, что его собственное магнитное поле компенсирует изменение потока магнитной индукции, вызывающее этот ток.*

Математическое выражение основного закона электромагнитной индукции, т.е. формула, объединяющая в себе закон Фарадея и правило Ленца:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}. \quad (1)$$

Частным случаем электромагнитной индукции - явление *самоиндукции*. Включается оно в следующем: если по проводнику идёт переменный ток, то магнитное поле, создаваемое этим током, также не постоянно, следовательно, меняется магнитный поток через площадь, ограниченную этим контуром с током, что ведёт к возникновению в контуре ЭДС, которую называют ЭДС самоиндукции.

Величина магнитного потока, пронизывающего контур, пропорциональна силе тока:

$$\Phi = L \cdot I. \quad (2)$$

Подставим значение (2) в формулу (1):

$$\varepsilon = -\frac{d(L \cdot I)}{dt} = -L \frac{dI}{dt}, \quad (3)$$

где  $L$  – коэффициент самоиндукции или индуктивность проводника, измеряемая в генри (Гн).

*Индуктивность* (из уравнения (3)) - физическая величина, равная ЭДС самоиндукции при равномерном изменении силы тока в проводнике на  $1 \text{ А}$  за  $1 \text{ с}$ .

Для экспериментального определения коэффициента самоиндукции  $L$  выведем закон Ома для цепи переменного тока, содержащей активное и индуктивное сопротивление. Для этого построим векторную диаграмму токов и напряжений.

Так как диаграммы токов и напряжений принято строить для действующих (эффективных) значений токов и напряжений, то на диаграмме отложим векторы, равные действующим значениям токов и напряжений.

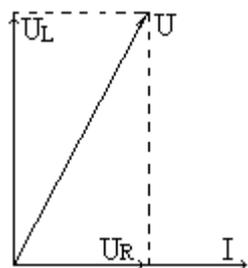


Рис.1

Векторная диаграмма токов и напряжений

$$I_{\text{эф}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad U_R = \frac{I_0 R}{\sqrt{2}},$$

$$U_L = \frac{I_0 \omega L}{\sqrt{2}}, \quad \text{где } I_0 \text{ – амплитудное значение тока.}$$

Отложим вектор тока  $\vec{I}$  в горизонтальном направлении вправо (рис 1). Вектор напряжения на активном сопротивлении совпадает по фазе с током, поэтому вектор  $\vec{U}_R$  откладывается также вправо. Вектор напряжения на индуктивном сопротивлении опережает ток на  $\frac{\pi}{2}$ , поэтому вектор  $\vec{U}_L$  откладывается вверх, перпендикулярно вектору  $\vec{U}_R$ , так как угол (фазу) отсчитываем в направлении против часовой стрелки.

Длина вектора суммарного напряжения  $\vec{U}$  находим как гипотенузу прямоугольного треугольника:

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = \sqrt{(I \cdot R)^2 + (I \cdot \omega \cdot L)^2} = I \sqrt{R^2 + (\omega L)^2},$$

где  $R$  – активное сопротивление катушки,  $\omega L$  – индуктивное сопротивление катушки,  $\omega$  – циклическая частота.

Отсюда получим формулу закона Ома для цепи переменного тока:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega \cdot L)^2}}. \quad (4)$$

Решим уравнение относительно  $L$  и получим:

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R^2} \approx \frac{1}{314} \frac{U}{I} \quad \text{при} \quad \frac{U^2}{I^2} \gg R^2. \quad (5)$$

Индуктивность  $L$  зависит от формы и размеров проводника, а также от магнитных свойств среды (сердечника катушки).

### Выполнение работы

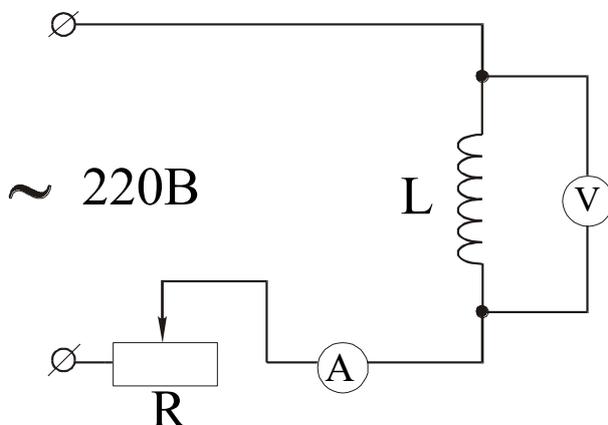


Рис.2

Схема экспериментальной установки

1. Собрать цепь по схеме рис.2:
2. Включить источник тока и записать 3 раза показания амперметра и вольтметра при различных значениях напряжения (50 - 150 В).

**Примечание:** измерительные приборы показывают эффективные значения тока и напряжения.

3. Ввести в катушку сердечник и снова сделать измерения три раза при напряжениях 100 - 200 В.
4. Замкнуть сердечник и сделать одно измерение  $I$  и  $U$ .
5. Рассчитать по формуле (5) коэффициент самоиндукции для каждого значения  $I$  и  $U$ , где  $\nu = 50 \text{ Гц}$ ,  $\omega = 2\pi\nu$ .
6. Результаты измерений занести в таблицу 1.
7. Определить погрешности измерений.
8. Записать окончательный результат для каждого случая в виде:

$$L_1 = L_{1cp} \pm \Delta L_{1cp} \text{ (Гн)}, \quad L_2 = L_{2cp} \pm \Delta L_{2cp} \text{ (Гн)}.$$

Сравнить полученные для  $L$  результаты и сделать вывод.

Таблица 1

Вид опыта		$U, В$	$I, А$	$R, Ом$	$L, Гн$	$\Delta L, Гн$	$\frac{\Delta L_{cp}}{L_{cp}} \%$
Без сердечника - $L_1$	1						
	2						
	3						
	$C_p$						
С разомкнутым сердечником - $L_2$	1						
	2						
	3						
	$C_p$						
С замкнутым сердечником	1						

### Контрольные вопросы

1. В чём заключается явление электромагнитной индукции?
2. Сформулируйте закон Фарадея, правило Ленца для электромагнитной индукции.
3. Какое явление называется явлением самоиндукции, взаимной индукции?
4. Что называется коэффициентом самоиндукции? В чём его физический смысл?
5. Вывести закон Ома для цепи переменного тока из векторной диаграммы.
6. Почему с вводом сердечника и при его замыкании возрастает индуктивность катушки?
7. Приведите примеры из науки или техники, когда необходимо учитывать явление самоиндукции.

<i>абота выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №3.10

#### Определение коэффициента трансформации и КПД трансформатора

**Цель работы:** определить коэффициент трансформации и *КПД* трансформатора.

**Оборудование:** трансформатор, вольтметр на  $300 В$ , вольтметр на  $15 В$ , амперметр на  $5 А$ , миллиамперметр, реостат на  $20 Ом$ , провода, ключ.

#### Краткая теория

*Трансформатором* называется электромагнитный прибор, предназначенный для преобразования напряжения и силы переменного тока (для их повышения или понижения).

Часто трансформаторы применяют для преобразования напряжения при передаче электроэнергии от электростанции к потребителям, в бытовых электроприборах и др.

Простейший трансформатор состоит из магнитопровода (сердечника) и двух расположенных на нём обмоток с разным числом витков ( $N_1$  и  $N_2$ ). К одной обмотке подключают источник переменного напряжения ( $U_1$ ) и называют

ее *первичной*, к другой обмотке подключается потребитель ( $U_2$ ) — это *вторичная* обмотка (рис.1). Обмотки не соединены друг с другом. Явление трансформации основано на явлении электромагнитной индукции. При подключении первичной обмотки трансформатора к источнику переменного тока (розетка) в магнитопроводе трансформатора возникает переменный магнитный поток:

$$\Phi = \Phi_0 \sin \omega t, \quad (1)$$

где  $\Phi_0$  — максимальное значение магнитного потока,  $\omega$  — циклическая частота тока,  $\omega = 2\pi\nu$ ,  $\nu = 50$  Гц.

Этот магнитный поток  $\Phi$  пронизывает и вторичную обмотку. Согласно теории Максвелла, если неподвижный проводник находится в переменном магнитном поле, то это магнитное поле создаёт переменное электрическое поле, линии которого охватывают линии магнитного поля (вихревое). Оно и вызывает движение зарядов в проводнике.

ЭДС индукции, возникающие в первичной и вторичной обмотках, согласно закону Фарадея, равны соответственно:  $\varepsilon_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt}$ ,  $(2)$

$$\varepsilon_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}. \quad (3)$$

Исходя из закона Ома для участка цепи с ЭДС можно записать, что напряжение на каждой обмотке, с учетом формул (2) и (3), будет равно:

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 - \varepsilon_1 = I_1 \cdot R_1 + N_1 \frac{d\Phi}{dt}, \quad (4) \quad U_2 = I_2 \cdot R_2 - \varepsilon_2 = I_2 \cdot R_2 + N_2 \frac{d\Phi}{dt}, \quad (5)$$

где  $I_1$  и  $I_2$  — ток в первичной и вторичной обмотках,  $R_1$  и  $R_2$  — сопротивления первичной и вторичной обмоток.

У трансформаторов обычно  $I_1 \cdot R_1 \ll \varepsilon_1$  и  $I_2 \cdot R_2 \ll \varepsilon_2$  (при разомкнутой вторичной обмотке  $I_2 = 0$ ).

Разделим почленно (5) на (4) и получим:  $\frac{U_2}{U_1} \approx \frac{N_2}{N_1} = K. \quad (6)$

$K$  — коэффициент трансформации - показывает во сколько раз напряжение на вторичной обмотке (их может быть несколько) отличается от первичного.

При  $K > 1$  трансформатор называют *повышающим*, при  $K < 1$  - *понижающим*.

Когда вторичная обмотка разомкнута ( $I_2 = 0$ ), то ток  $I_1$  называют *током холостого хода*, а режим работы трансформатора называется *режимом холостого хода*. Полезная мощность при этом равна нулю. При холостом ходе  $I_1$  будет небольшим, так как велико индуктивное сопротивление первичной обмотки.

Мощность  $P_1 = I_1^2 \cdot R_1$ , потребляемая трансформатором в режиме холостого хода, затрачивается на нагревание первичной обмотки и на магнитные потери, связанные с гистерезисом при перемагничивании сердечника и возникновении токов Фуко. Для их уменьшения магнитопровод делают из отдельных листов магнито-мягкого ферромагнетика.

При замыкании вторичной цепи на нагрузку в ней индуцируется ток  $I_2$ , магнитное поле этого тока по правилу Ленца компенсирует магнитное поле первичной обмотки, что ведёт к уменьшению кажущегося сопротивления первичной обмотки, а значит и к возрастанию силы тока  $I_1$ .

То есть, мощность, потребляемая в первичной обмотке зависит от мощности, выделяемой во вторичной (на нагрузку). При работе нагруженного транс-

форматора магнитные потери при постоянном напряжении на первичной обмотке равны потерям холостого хода и не зависят от нагрузки. Их называют *постоянными потерями*.

Потери мощности, связанные с нагреванием обмоток называют *переменными*, так как их величина пропорциональна квадрату силы тока в обмотках, а сила тока зависит от величины нагрузки.

*КПД* трансформатора равен отношению мощности, выделяемой во вторичной цепи:  $P_2 = I_2 \cdot U_2 \cdot \cos\varphi_2$  к мощности подводимой к трансформатору  $P_1 = I_1 \cdot U_1 \cdot \cos\varphi_1$ .

Углы сдвига фаз между током и напряжением обычно близки к нулю и косинусы этих углов можно считать равными единице. Тогда:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \approx \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}. \quad (7)$$

Из формулы (7) видно, что *КПД* трансформатора растёт с увеличением нагрузки во вторичной цепи.

Показано, что максимальный *КПД* соответствует такой нагрузке, при которой магнитные потери равны электрическим. Благодаря отсутствию в трансформаторе перемещающихся частей, часто его *КПД* может приближаться к 100%. При  $\eta = 100\%$  можно считать, что  $P_1 = P_2$  и тогда:  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = K$ . (8)

### Выполнение работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме (рис.1), включив вольтметр  $V_1$  рассчитанный на 300 В, вольтметр  $V_2$  - на 15 В.
2. Включить первичную обмотку трансформатора в сеть переменного тока и, не замыкая ключа  $k$ , записать показания вольтметров  $V_1$  и  $V_2$ . По формуле (6) подсчитать коэффициент трансформации.
3. Замкнуть ключ  $k$ , установить реостатом  $R$  силу тока  $I_2 = 0,5$  А и записать показания амперметров  $A_1$  и  $A_2$  и вольтметров  $V_1$  и  $V_2$ . Повторить измерения  $I_2$  до 4,5 А через 0,5 А. Данные занести в таблицу 1.
4. Вычислить  $P_1 = I_1 \cdot U_1$  и  $P_2 = I_2 \cdot U_2$  для всех значений в таблице 1.
5. Подсчитать *КПД* по формуле:  $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$ . 6. Построить график  $\eta = f(I_2)$ .

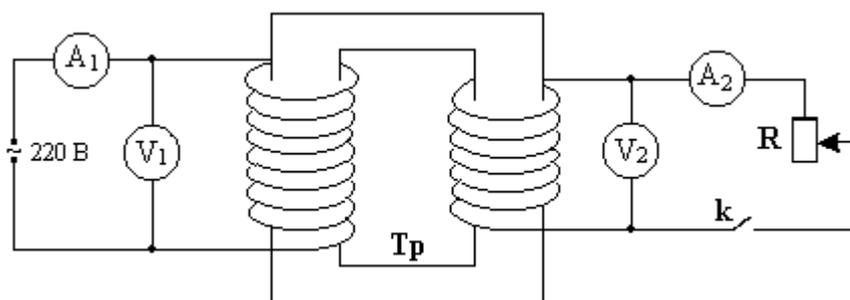


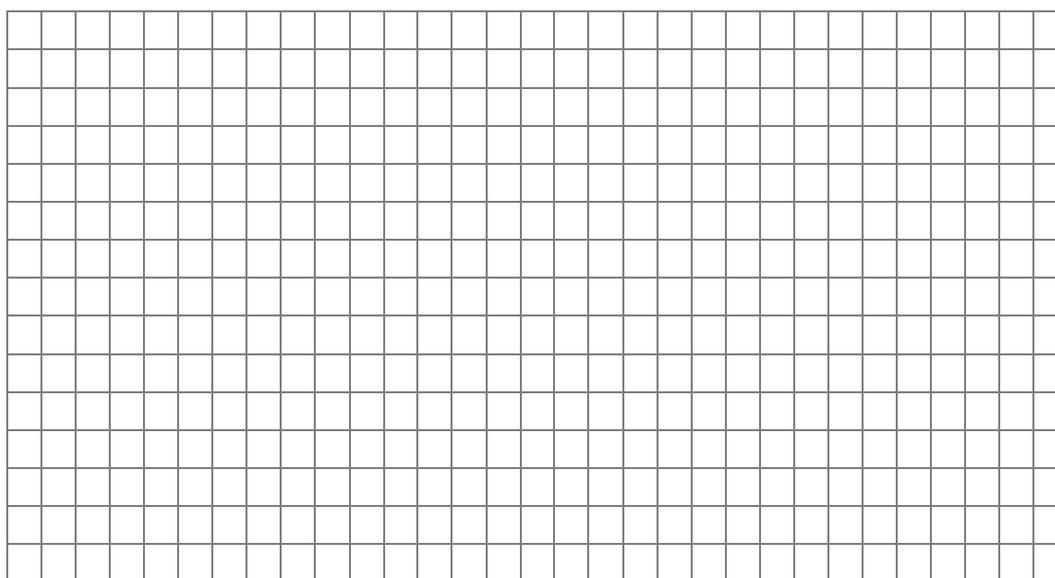
Рис.1

Схема подключения трансформатора

Таблица 1

№	$U_1, В$	$I_1, А$	$U_2, В$	$I_2, А$	$K$	$P_1, Вт$	$P_2, Вт$	$\eta, \%$
---	----------	----------	----------	----------	-----	-----------	-----------	------------

1			0,0			0,0	0,0
2			0,5				
3			1,0				
4			1,5				
5			2,0				
6			2,5				
7			3,0				
8			3,5				
9			4,0				
10			4,5				



### Контрольные вопросы

1. Какой прибор называется трансформатором и для каких целей он используется?
2. Устройство и принцип действия трансформатора.
3. В чем заключается явление электромагнитной индукции, взаимной индукции?
4. Что называется коэффициентом трансформации, от чего он зависит?
5. Назначение повышающего, понижающего трансформатора, приведите примеры.
6. Работа трансформатора в режиме холостого хода.
7. Каковы потери мощности при замыкании вторичной обмотки на нагрузку?
8. Что называется КПД трансформатора и как он зависит от нагрузки во вторичной цепи?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

## О П Т И К А

### Лабораторная работа №4.1

## Определение световой отдачи и удельного расхода мощности лампы накаливания

**Цель работы:** экспериментальное определение световой отдачи и удельного расхода мощности лампы накаливания.

**Оборудование:** ЛАТР, люксметр, амперметр на 1 А, лампочка.

### Краткая теория

Измерение энергетических характеристик света составляет цель фотометрии. Знание законов фотометрии необходимо биофизикам, биохимикам, агрономам, биологам и др.

Работникам сельскохозяйственного производства следует знать фотометрические нормы для успешного развития растениеводства, плодоводства, животноводства. Фотометрия занимает важнейшее место в исследованиях обмена веществ и энергии в организмах, в изучении фотосинтеза растений, в разработке методов фото - и гелиотерапии.

С биологическим действием света связаны многие жизненные процессы. Живые организмы в процессе эволюции приспособились к естественному облучению. У растений чувствительны к свету листья, стебли. У некоторых растений (эвкалипты, подсолнечник) наблюдается так называемый *гелиотропизм*, то есть движение по направлению к Солнцу. Действием света можно стимулировать рост растений, бороться с заболеваниями, вызывать гибель бактерий.

Работникам сельского хозяйства следует знать приборы и методы для определения светового режима в парниках, чтобы выявить закономерности влияния интенсивности спектрального состава света на развитие растений. Селекционерам и генетикам необходимо установить влияние освещенности на растение в ходе естественного отбора и искусственного культивирования, овощеводам - на развитие и созревание плодовых культур. Лесоводы осуществляют посадку растений с учетом их световосприимчивости.

Большое значение имеет спектральный состав излучения. Опыты показали, что для нормального развития растений решающее значение имеет видимый свет. В зимних условиях закрытого грунта целесообразно применять люминесцентные лампы со спектральным составом излучения близким к солнечному.

### *Основные фотометрические величины, характеризующие восприятие света глазом человека*

*Основной единицей* световых величин в СИ является *единица силы света «I» кандела (кд)*. 1 кд – это сила света, испускаемого специальным эталоном света (в состав которого входит платина) с поверхности площадью  $S = 1/600000 \text{ м}^2$  полного излучателя в перпендикулярном направлении при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при нормальном атмосферном давлении.

С 1979 года определение канделы также дается следующим образом: *кандела* - это сила света «I» в данном направлении от источника, испускающего мо-

нохроматическое излучение с частотой  $\nu = 540 \cdot 10^{12} \text{Гц}$  ( $\lambda \approx 555 \text{ нм}$ ), энергетическая сила света которого в этом направлении  $I_e = 1,683 \text{ Вт/ср}$ . ( $1 \text{ ср}$  – телесный угол – стерадиан).

*Световым потоком*  $\Phi$ , посылаемым источником света в некоторый телесный угол  $\Omega$ , называется величина, равная произведению силы света  $I$  источника на телесный угол  $\Omega$ , т.е.:

$$\Phi = I\Omega.$$

Единиц светового потока - *1 люмен (1 лм)*.  $1 \text{ лм}$  – это световой поток, испускаемый точечным источником света в телесный угол  $1 \text{ ср}$  при силе света  $1 \text{ кд}$ .  $[\Phi] = 1 \text{ кд} \cdot 1 \text{ ср} = 1 \text{ лм}$ . Световой поток определяет ощущение света, которое вызывает поток (мощность – в ваттах) излучения источника света.

Силу света источника можно найти по формуле  $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$ . Для точечного источника при полном телесном угле равном  $4\pi$  ( $\Omega = 4\pi$ ) и при величине светового потока  $\Phi$  сила света равна:

$$I = \frac{\Phi}{4\pi}.$$

*Освещенностью*  $E$  называют величину, равную отношению светового потока  $\Phi$ , падающего равномерно на поверхность, к площади этой поверхности  $S$ , т.е.:

$$E = \Phi/S.$$

Единицей освещенности является *1 люкс (1 лк)*.  $1 \text{ лк}$  – это освещенность поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$  при равномерном световом потоке падающего на нее излучения, равном  $1 \text{ лм}$ .

$$1 \text{ лк} = 1 \text{ лм} / 1 \text{ м}^2.$$

*Яркостью*  $B_\varphi$  светящейся поверхности в некотором направлении  $\varphi$  называют величину, равную отношению силы света  $I$  в этом направлении к площади проекции  $S$  светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению ( $S \cos\varphi$ ), т.е.:

$$B_\varphi = I/(S \cos\varphi).$$

Единицей яркости является  $1 \text{ кд/м}^2$ .  $1 \text{ кд/м}^2$  – это яркость равномерно светящейся поверхности площадью  $1 \text{ м}^2$  в перпендикулярном к ней направлении при силе света  $1 \text{ кд}$ .

$$[B_\varphi] = 1 \text{ кд/1 м}^2.$$

Эту единицу яркости иногда называют *1 нит* ( $1 \text{ нит} = 1 \text{ кд/1 м}^2$ ).

Для фотометрических расчетов важно знать зависимость освещенности  $E$  в данной точке поверхности от силы света  $I$  источника и расстояния  $R$  до источника света.

Рассмотрим точечный источник света силой света  $I$ , выделив в пространстве телесный угол  $d\Omega$  (рис.1). Величина светового потока равна:  $d\Phi = I \cdot d\Omega$

Площадь поверхности, на которую падает этот световой поток, равна:

$$dS_0 = d\Omega \cdot R^2$$

Тогда формула для ее освещенности будет иметь вид:

$$E = \frac{d\Phi}{dS_0} = \frac{I \cdot d\Omega}{d\Omega \cdot R^2} = \frac{I}{R^2}. \quad (1)$$

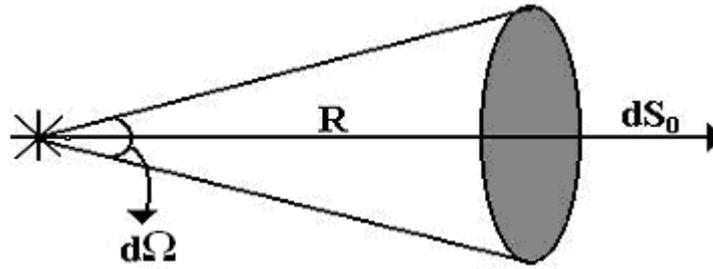


Рис.1

Освещенность поверхности  $dS_0$  точечным источником света силой света  $I$

Если площадка  $dS$  расположена к падающим лучам света под углом, отличным от  $90^\circ$  (поверхность  $dS$  расположена под углом  $\alpha$  к  $dS_0$ ) (рис.2), то площадь  $dS$  больше площади  $dS_0$ , а световой поток приходится на  $dS$  тот же самый. Следовательно, освещенность  $E'$  в какой-то данной точке поверхности  $dS$  прямо пропорциональна косинусу угла падения лучей (рис.2).

$$E' = \frac{d\Phi}{dS} = \frac{d\Phi}{dS_0} \cdot \cos\alpha \quad \text{или} \quad E' = E \cdot \cos\alpha. \quad (2)$$

Подставив (2) в формулу (1), получаем:  $E = \frac{I}{R^2} \cdot \cos\alpha.$  (3)

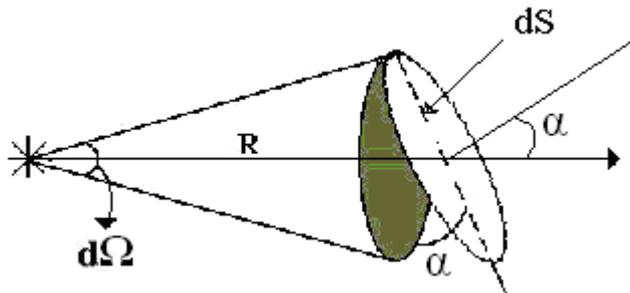


Рис.2

Освещенность поверхности  $dS$  точечным источником света силой света  $I$

**Закон освещенности:** освещенность поверхности тела прямо пропорциональна силе света, косинусу угла падения лучей на неё и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника до поверхности:

$$E = \frac{I}{R^2} \cdot \cos\alpha.$$

Эта же формула справедлива для источников света, наибольший размер которых  $d$  значительно меньше расстояния от источника до поверхности  $R$ , т.е.:  $d \ll R$ .

Если источником является светящаяся бесконечная плоскость, то освещенность не зависит от расстояния. Это используется при освещении пространственных помещений, аудиторий, теплиц, оранжерей и т.п.

Потребляемая источником света мощность электрической энергии оценивается в ваттах.

Основными экономическими характеристиками ламп являются световая отдача  $\gamma$  и удельный расход мощности  $\beta$ , связывающие электрические и световые величины.

Световой отдачей « $\gamma$ » называют физическую величину, численно равную световому потоку  $\Phi$ , получаемому с единицы потребляемой мощности  $P$ , т.е.:

$$\gamma = \frac{\Phi}{P}, \quad \left( \frac{\text{лм}}{\text{Вт}} \right). \quad (4)$$

Удельным расходом мощности « $\beta$ » называют физическую величину, численно равную мощности электрической энергии  $P$ , необходимой для получения средней силы света в одну канделу.

$$\beta = \frac{P}{I}, \quad \left( \frac{\text{Вт}}{\text{кд}} \right). \quad (5)$$

Световая отдача и удельный расход мощности являются показателями экономичности источников света.

### Выполнение работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме рис.3:
2. Установить ЛАТРом максимальное напряжение  $220 \text{ В}$  (на вольтметре). Записать в таблицу показания вольтметра, амперметра, люксметра (расстояние  $R = 0,25 \text{ м}$  от фотоэлемента до испытуемой лампы оставляют постоянным).
3. Уменьшают напряжение на  $20 \text{ В}$  и вновь измеряют напряжение  $U$ , силу тока  $i$ , освещенность  $E$ .
4. Произвести измерения для пяти различных напряжений (см. таблицу 1).

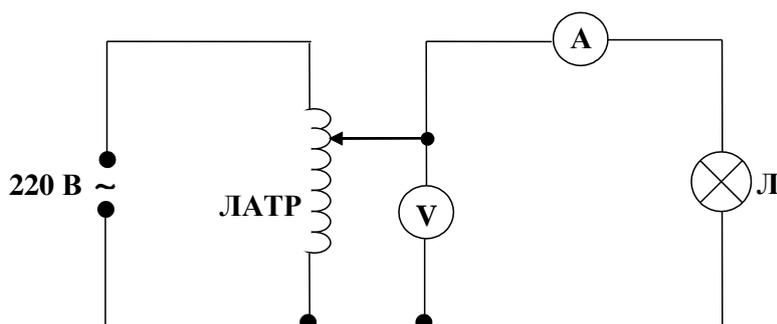


Рис.3

Схема экспериментальной установки

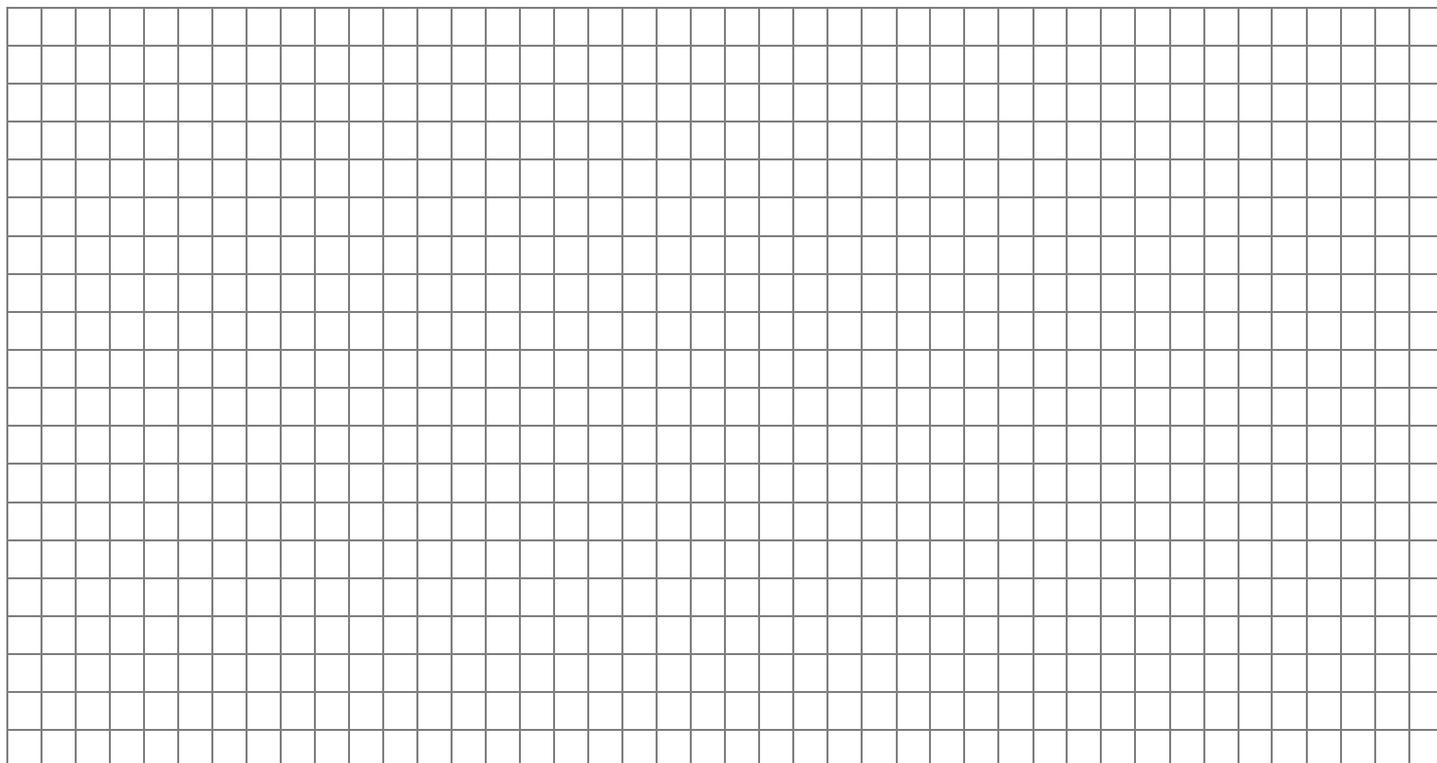
5. Для каждого измерения найти потребляемую лампой мощность по формуле  $P = i \cdot U$ .
6. По значениям  $R$  и  $E$  определить силу света испытуемой лампы по формуле  $I = E \cdot R^2$ .
7. Считая испытуемую лампу равномерным точечным источником света, вычислить ее световой поток по формуле  $\Phi = 4\pi I$
8. По формулам (4) и (5) для каждого значения мощности найти световую отдачу  $\gamma$  и удельный расход мощности  $\beta$ . Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

№	$i, \text{ А}$	$U, \text{ В}$	$P, \text{ Вт}$	$R, \text{ м}$	$E, \text{ лк}$	$I, \text{ кд}$	$\Phi, \text{ лм}$	$\gamma, \frac{\text{лм}}{\text{Вт}}$	$\beta, \frac{\text{Вт}}{\text{кд}}$
1		220							
2		200							
3		180							
4		160							

5		140							
---	--	-----	--	--	--	--	--	--	--

9. Построить графики зависимости светового потока, световой отдачи и удельного расхода мощности от потребляемой мощности:  $\Phi = f(P)$ ,  $\gamma = f(P)$ ,  $\beta = f(P)$ , при этом на графиках одна горизонтальная ось – мощность  $P$ , а по вертикали – три оси:  $\Phi$ ,  $\gamma$  и  $\beta$ .



### Контрольные вопросы

1. Дайте определение основных фотометрических характеристик и их единиц измерения.
2. Сформулируйте и запишите законы освещенности.
3. Дайте определение удельного расхода мощности, световой отдачи лампы накаливания.
4. Какие значения должны иметь (большие или меньшие) величины удельного расхода мощности и световой отдачи наиболее экономичные источники света?
5. Приведите примеры световой чувствительности у разных видов животных и растений.

6. Почему необходимо знание законов фотометрии работникам сельского хозяйства?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №4.2

#### Определение показателя преломления стекла с помощью микроскопа

**Цель работы:** экспериментальное определение показателя преломления стекла с помощью микроскопа.

**Оборудование:** микроскоп, стеклянная пластинка, микрометр.

#### Краткая теория

В однородной среде свет распространяется прямолинейно. При переходе света из одной среды в другую может происходить изменение направления распространения света - *преломление*.

*Законы преломления света гласят следующим образом:*

1. Падающий луч, преломленный луч и нормаль, восстановленная в точку падения к границе раздела двух сред, лежат в одной плоскости.

2. Отношение синуса угла падения  $\alpha$  к синусу угла преломления  $\gamma$  является постоянной величиной для данных двух сред и называется *относительным показателем преломления* 2-й среды по отношению к 1-й ( $n_{1,2} = \frac{n_2}{n_1}$ ).

$$n_{1,2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}. \quad (1)$$

Относительный показатель преломления определяется также отношением скорости света в первой среде  $v_1$  к скорости света во второй среде  $v_2$ :

$$n_{1,2} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (2)$$

Если в качестве первой среды рассматривается вакуум, то показатель преломления *относительно вакуума*  $n$  называется *абсолютным*:

$$n = \frac{c}{v}, \text{ где } c \text{ – скорость света в вакууме.} \quad (3)$$

Кроме этого показатель преломления среды  $n$  для света, как электромагнитной волны, связан с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и магнитной проницаемостью  $\mu$  этой среды следующим образом:  $n = \sqrt{\epsilon \cdot \mu}$ .

(4)

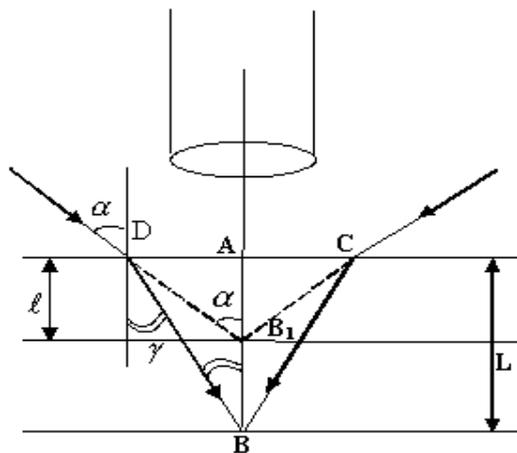


Рис.1

Ход лучей в стеклянной пластинке толщиной  $L$  и схема экспериментальной установки

Эффект преломления света приводит к тому, что предмет всегда кажется ближе к наблюдателю, если рассматривается через слой прозрачного вещества. Измеряя толщину прозрачного слоя  $L$  и кажущееся приближение предмета, можно определить показатель преломления  $n$  прозрачного предмета (рис.1), а также скорость распространения света в таком предмете.

В данной работе измеряется показатель преломления  $n$  стеклянной пластинки. Для таких измерений пластинка имеет на нижней  $B$  и верхней  $A$  стороне метки (царапины).

Микроскоп последовательно фокусируют (опуская или поднимая тубус микроскопа) на резкое изображение верхней метки  $A$  (рис.1). Затем опускают с помощью микрометрического винта тубус микроскопа и получают резкое изображение нижней метки  $B$ . Тубус микроскопа приходится перемещать на расстояние  $AB_1 < AB$ . Лучи света проходят пластинку почти перпендикулярно ее поверхности, поэтому углы  $\alpha$  и  $\gamma$  малы и в формуле (1) отношение синусов можно заменить приблизительно отношением тангенсов:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{AD}{AB}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{AD}{AB_1}.$$

Тогда

$$n \approx \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \gamma} = \frac{AD \cdot AB}{AB_1 \cdot AD} = \frac{AB}{AB_1}$$

или

$$n \approx \frac{L}{l}, \quad (6)$$

где  $L$  – толщина пластинки,  $l$  – расстояние при перемещении тубуса.

### Выполнение работы

1. Ознакомиться с устройством микроскопа.
2. Поместить стеклянную пластинку на предметный столик микроскопа.
3. Вращением микрометрического винта добиться точного (резкого) изображения верхней метки, нанесенной на стекле.
4. Установить нуль на индикаторе перемещения микроскопа, вращением внешнего кольца.
5. Вращая микрометрический винт перемещения тубуса микроскопа, добиться четкого изображения нижней метки.

6. По шкале индикатора отсчитать длину перемещения  $l$  тубуса микроскопа. Измерения произвести 5 раз.
7. Измерить микрометром один раз толщину пластинки  $L$ . Результаты занести в таблицу.
8. По величинам  $L$  и  $l$  рассчитать показатель преломления по формуле (6) для каждого случая. Рассчитать среднее значение  $n$ . Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерений.
9. Записать результат в виде  $n = n_{cp} \pm \Delta n_{cp}$ .

Таблица 1

№	L, м	l, м	n	Δn	$\frac{\Delta n_{cp}}{n_{cp}} \cdot 100\%$
1					
2					
3					
4					
5					
Ср.	-----				

### Контрольные вопросы

1. Основные законы геометрической оптики.
2. Что называется абсолютным и относительным показателями преломления?
3. В чем состоит физический смысл показателя преломления? Как зависит абсолютный показатель преломления среды от диэлектрической и магнитной проницаемости этой среды?
4. Вывести формулу для вычисления относительного показателя преломления при помощи микроскопа в данной работе.
5. Начертить ход лучей в простейшем микроскопе (система двух линз).
6. Что понимается под разрешающей способностью микроскопа, от чего и как она зависит?
7. От чего и как зависит увеличение микроскопа? Как проще найти увеличение стоящего перед Вами микроскопа?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №4.3

#### Определение показателя преломления жидкости при помощи погруженной в нее линзы

**Цель работы:** экспериментальное определение показателя преломления жидкости при помощи погруженной в нее линзы.

**Оборудование:** лампочка, собирающая линза, кювета, экран, оптическая скамья, линейка, вода.

### Краткая теория

Линзы являются основными элементами различных оптических систем. Они представляют собой тела из светопрозрачного материала, ограниченные двумя сферическими соосными поверхностями радиуса  $R_1$  и  $R_2$  (одна поверхность может быть плоской) и показатель преломления которого  $n$  отличается от показателя преломления окружающей среды.

Линзы делятся на *собирающие* и *рассеивающие* в зависимости от направления отклонения преломленного луча: к главной оптической оси или от нее.

Линза характеризуется радиусами кривизны сферических поверхностей, показателем преломления материала, из которого она выполнена, фокусным расстоянием.

Так как преломление луча зависит от материала граничащих с линзой сред, то очевидно, фокусное расстояние линзы зависит и от показателя преломления среды  $n_1$  или  $n_2$ , окружающей линзу следующим образом:

$$\frac{1}{F_1} = \left(\frac{n}{n_1} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right), \quad \frac{1}{F_2} = \left(\frac{n}{n_2} - 1\right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right), \quad (1)$$

где  $n_1$  или  $n_2$  – показатель преломления среды, окружающей линзу;

$n$  – абсолютный показатель преломления материала линзы;

$R_1, R_2$  – радиусы кривизны поверхностей, ограничивающих линзу;

$F_1$  и  $F_2$  – фокусные расстояния линзы соответственно в среде с  $n_1$  или  $n_2$ .

Оптической силой линзы  $D$  называется физическая величина, численно равная величине обратной фокусному расстоянию линзы  $F$ , т.е.:  $D = \frac{1}{F}$ .

Оптическая сила линзы измеряется в диоптриях (*дптр*):  $1 \text{ дптр} = 1/\text{м}$ . Для собирающих линз  $D > 0$ , а для рассеивающих линз  $D < 0$ .

Фокусное расстояние может быть определено и по-другому, зная расстояния от предмета  $AB$  до линзы –  $a$  и от линзы до изображения  $A_1B_1$  этого предмета –  $b$  (рис 1):

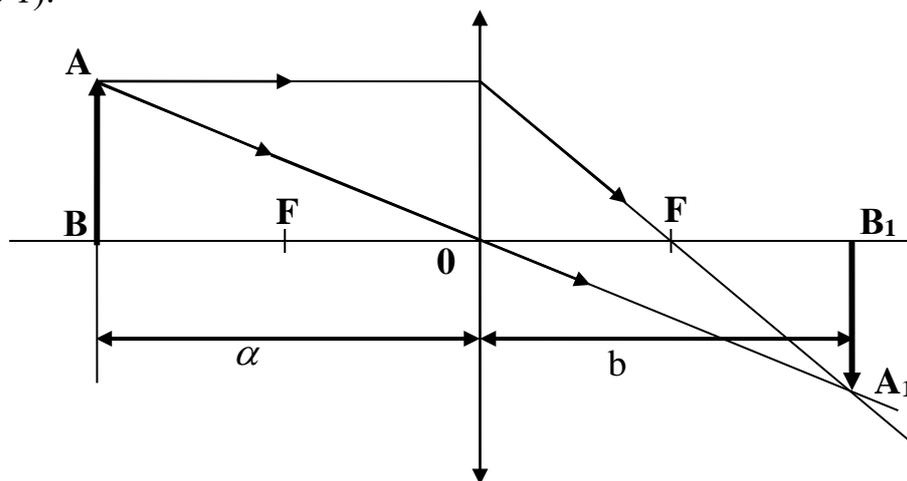


Рис.1

Изображение  $A_1B_1$  предмета  $AB$  в собирающей линзе

Исходя из рис. 1 можно найти фокусное расстояние линзы  $F$  :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad \text{или} \quad F = \frac{a \cdot b}{a + b}. \quad (2)$$

Для нахождения показателя преломления окружающей среды  $n_2$  необходимо решить совместно уравнения (1). Решая эти уравнения, получаем:

$$n_2 = \frac{F_2 \cdot n \cdot n_1}{F_1(n - n_1) + F_2 \cdot n_1}, \quad (3)$$

где  $n_1 = 1$  – показатель преломления воздуха,  $n = 1,6$  – показатель преломления линзы (стекла), (для справки:  $n_2 = 1,33$  - показатель преломления воды).

Необходимые для расчета  $n_2$  фокусные расстояния  $F_1$  и  $F_2$  определяют по формуле (2), измеряя  $a$  и  $b$ .

### Выполнение работы

Для определения фокусного расстояния линзы используется оптическая скамья (рис 2). Оптическая скамья представляет собой направляющие, вдоль которых могут перемещаться источник света (Л), экран (Э), кювета с линзой (К). В кювету наливается исследуемое вещество.

1. Поместить линзу в пустую кювету, получить четкое изображение предмета на экране, измерить расстояние  $a_1$  и  $b_1$ . Рассчитать  $F_1$  по формуле (2):

$$F_1 = \frac{a_1 \cdot b_1}{a_1 + b_1}.$$

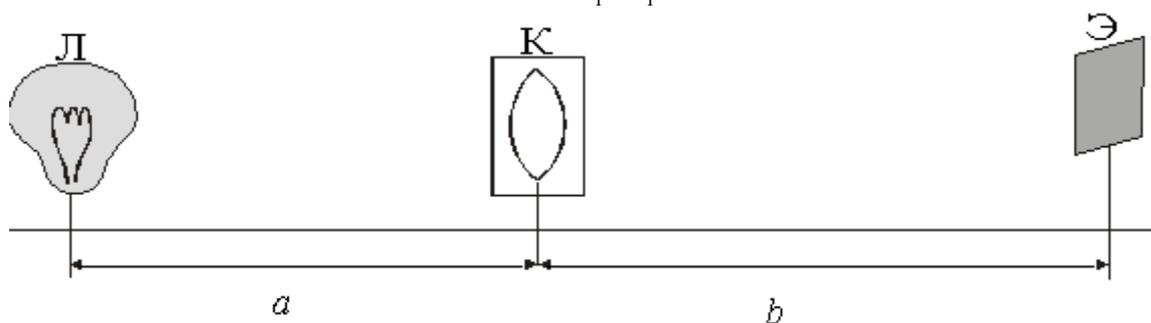


Рис.2 Схема экспериментальной установки

2. Измерения провести три раза, изменяя положение линзы и экрана. Полученные данные занести в таблицу 1.
3. Заполнить кювету жидкостью, измерить  $a_2$  и  $b_2$ . Выполнить измерения три раза, изменяя положение линзы и экрана. Рассчитать  $F_2$  по формуле (2):

$$F_2 = \frac{a_2 \cdot b_2}{a_2 + b_2}.$$

4. По формуле (3) рассчитать 3 раза  $n_2$  и найти его среднее значение  $n_{2\text{ ср}}$ .
5. Вычислить погрешности измерений.

Таблица 1

№	$a_1, м$	$b_1, м$	$F_1, м$	$a_2, м$	$b_2, м$	$F_2, м$	$n_2$	$\Delta n_2$	$\frac{\Delta n_{2\text{ ср}}}{n_{2\text{ ср}}} 100\%$
1									
2									
3									
Ср									

Окончательный результат записать в виде  $n_2 = n_{2\text{ ср}} \pm \Delta n_{2\text{ ср}}$ .

### Контрольные вопросы

1. Что называется линзой, собирающей и рассеивающей линзой?
2. Ход лучей и построение изображений в линзах.
3. Что называется фокусом линзы, фокусным расстоянием и оптической силой линзы?
4. Как фокусное расстояние линзы зависит от среды, окружающей линзу?
5. Записать формулы для фокусного расстояния линзы через показатели преломления линзы и окружающей её среды и радиусы кривизны поверхностей линзы. Может ли двояковыпуклая (двояковогнутая) линза быть рассеивающей (собирающей)?
6. Особенности строения глаза как оптической системы. Возможные дефекты зрения и методы их исправления с помощью линз.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №4.4 Определение длины световой волны при помощи дифракционной решётки

**Цель работы:** экспериментальное определение длин световых волн различного цвета при помощи дифракционной решётки.

**Оборудование:** установка с линейкой и экраном, дифракционная решетка, лампа, светофильтры.

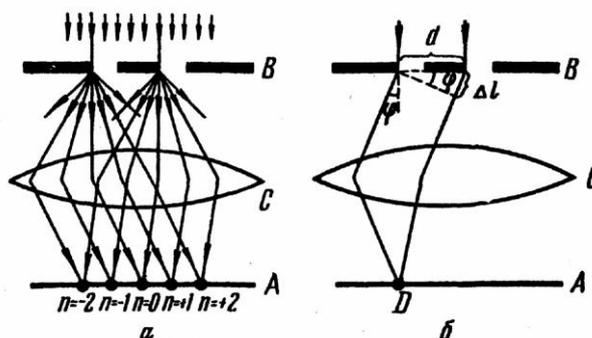
#### Краткая теория

*Явление дифракции света* состоит в отклонении от прямолинейного его распространения вблизи непрозрачных препятствий (огибание светом препятствий). Размеры препятствия при этом должны быть соизмеримы с длиной волны. Дифракция света обусловлена взаимодействием световых волн с краями препятствий. Лучи света после прохождения препятствия дифрагируют, затем интерферируют. В результате этого, на экране появляются области максимальной или минимальной освещенности из-за разности хода лучей.

В дальнейшем будем рассматривать лишь *дифракцию Фраунгофера*, то есть такую дифракцию, при которой дифракционная картина образована системами параллельных лучей. В этом случае дифракционная картина в виде темных и

светлых полос может наблюдаться глазом, либо на экране при прохождении света через собирающую линзу.

Дифракцию света можно наблюдать при помощи *дифракционной решетки* - оптического устройства, представляющего собой совокупность большого числа параллельных, обычно равностоящих друг от друга щелей (рис.1). Суммарную ширину щели  $a$  и непрозрачного промежутка  $b$  между щелями называют *постоянной* или *периодом* дифракционной решетки  $d$ .



Данн 1088

Рис.1 Дифракция на дифракционной решетке лучей, составляющих угол  $\varphi$  с нормалью к решетке

Рассмотрим дифракцию от  $N$  щелей дифракционной решетки. Пусть свет с длиной волны  $\lambda$  падает на решетку нормально (рис 1). За щелями в результате дифракции лучи будут распространяться по разным направлениям. Рассмотрим, например, лучи, составляющие угол  $\varphi$  с нормалью к решетке. Разность хода лучей  $\Delta l$  равна:  $\Delta l = (a + b) \sin \varphi = d \cdot \sin \varphi$  (1),

где  $d = a + b$  - период решетки.

На экран лучи будут падать от разных точек щели, то есть они будут иметь разность хода  $\Delta l$  и, следовательно, интерферировать. На экране волны могут встретиться в одинаковых фазах - тогда происходит усиление колебаний, в противоположных - ослабление.

Условие образования максимумов будет иметь следующий вид

$$\Delta l = d \cdot \sin \varphi = 2n \frac{\lambda}{2}, \quad \text{где } n = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Максимумы, удовлетворяющие данному условию, называются главными. Интенсивность максимумов постепенно убывает при увеличении порядка максимума  $n$ . Чем больше постоянная решетки  $d$ , тем большее число спектров можно получить и тем менее яркими и более узкими становятся отдельные спектральные линии. При разности хода, равной нечетному числу полуволн:

$$\Delta l = d \cdot \sin \varphi = (2n + 1) \cdot \frac{\lambda}{2} - \text{лучи на экране дадут минимум.}$$

Из условия (2) следует, что при  $n=0$ ,  $\sin \varphi = 0$  на экране появляется дифракционный максимум, называемый нулевым. По обе стороны от нулевого максимума располагаются первые максимумы ( $n = 1$ ), далее располагаются вторые ( $n = 2$ ) и т.д.

С помощью дифракционной решетки можно достаточно точно определить длину световой волны.

### Выполнение работы

Работа по определению длины световой волны выполняется на установке, представленной на рис.3, где S – источник света, Э – экран, Д.Р.– дифракционная решетка, С – спектр 1-го и 2-го порядков на экране.

На экран лучи будут падать от разных точек щели, то есть они будут иметь разность хода  $\Delta$  и, следовательно, интерферировать. Волны могут встретиться в одинаковых фазах - тогда происходит усиление колебаний, в противоположных – ослабление, поэтому на экране (шкале с отверстием) наблюдаются максимумы (спектры) и минимумы (черные полосы).

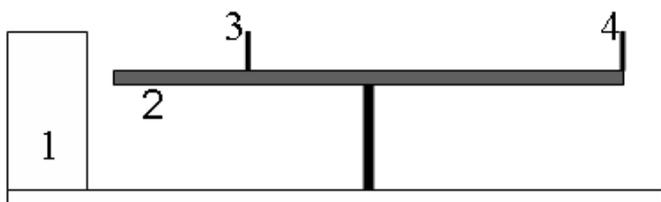


Рис.2

Схема установки:

1 – источник света, 2 – линейка,  
3 – шкала с отверстием, 4 – дифракционная решетка.

1. Установить шкалу с отверстием 3 (рис.2) на некотором расстоянии  $l$  от дифракционной решетки 4 (по заданию преподавателя).
2. Через дифракционную решетку рассмотреть на шкале изображение спектров слева и справа от щели.

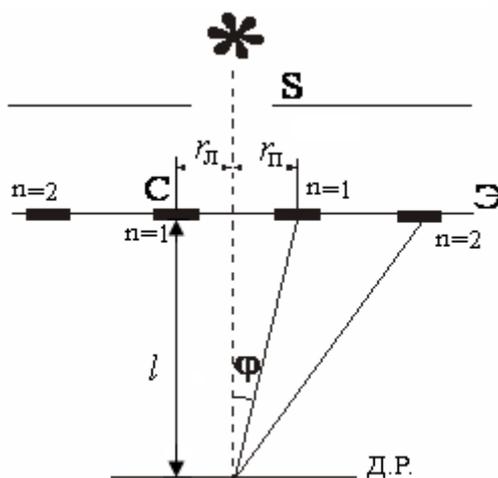


Рис. 3

Схема экспериментальной установки

3. Измерить расстояния  $r_{Л}$ ,  $r_{П}$  от щели до середины красной линии в спектрах первого ( $n=1$ ) и второго ( $n=2$ ) порядков (рис.3) и занести их в таблицу 1.
4. Рассчитать постоянную решетки  $d$  при  $n = 1$  и  $2$ .

Определим постоянную решетки из формулы  $d = \frac{2n \cdot \lambda / 2}{\sin \varphi} = \frac{n\lambda}{\sin \varphi}$ , где для малых

углов  $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi$ ; из рис.3  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{r_{cp}}{l}$ , тогда получаем:

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \varphi} \approx \frac{n\lambda}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{n\lambda l}{r_{cp}} \Rightarrow d = \frac{n\lambda l}{r_{cp}}$$

( $d$  округлить до целого числа). Значение  $r_{cp}$  определяется как среднее

арифметическое от  $r_{Л}$  и  $r_{П}$ :

$$r_{cp} = \frac{r_{Л} + r_{П}}{2}.$$

Таблица 1

Цвет свето-фильтра	$\lambda$ , мкм	Порядок спектра $n$	$r_{л}$ , м	$r_{п}$ , м	$r_{ср}$ , м	$l$ , м	$d$ , мкм	$\Delta d$ , мкм	$\varepsilon = \frac{\Delta d_{ср}}{d_{ср}} \cdot 100\%$
Красный	0,7	1							
		2							
Среднее									

Таблица 2

Цвет свето-фильтра	Порядок спектра $n$	$r_{л}$ , м	$r_{п}$ , м	$r_{ср}$ , м	$l$ , м	$d_{ср}$ , мкм	$\lambda$ , мкм	$\Delta \lambda$ , мкм	$\varepsilon = \frac{\Delta \lambda_{ср}}{\lambda_{ср}} \cdot 100\%$
Жёлтый	1								
	2								
Среднее									
Зелёный	1								
	2								
Среднее									
Фиолетовый	1								
	2								
Среднее									

5. Используя найденное значение постоянной решетки  $d$ , определить длины волн для зеленого, желтого и фиолетового цветов, повторяя п. 2, 3, по формуле:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{n} \approx \frac{d \cdot \operatorname{tg} \varphi}{n} = \frac{d \cdot r_{ср}}{n \cdot l} \Rightarrow \lambda = \frac{d_{ср} \cdot r_{ср}}{n \cdot l} \quad \text{при } n = 1 \text{ и } 2.$$

Полученные данные занести в таблицу 2.

### Контрольные вопросы

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса - Френеля.
2. Какие волны называются когерентными?
3. Что понимается под временной и пространственной когерентностью?
4. В чем заключаются явления дифракции и интерференции?
5. Что представляет собой дифракционная решетка?
6. Записать и пояснить рисунками уравнения максимумов и минимумов при дифракции на дифракционной решетке.
7. Каков порядок следования цветов в дифракционных спектрах?

Работа выполнена	Работа зачтена

### Лабораторная работа №4.5

#### Определение длины световой волны излучения гелий-неонового (He – Ne) лазера при помощи дифракционной решетки

**Цель работы:** экспериментальное определение длины световой волны излучения *He-Ne* лазера при помощи дифракционной решетки.

**Оборудование:** лазер, дифракционная решетка, экран.

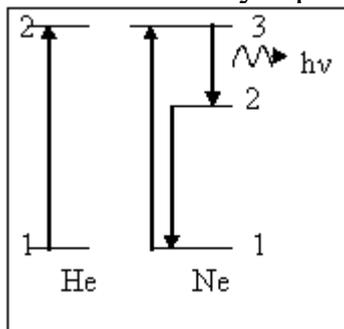
### Краткая теория

В 1950-х годах были созданы устройства, при прохождении через которые электромагнитные волны усиливаются за счет вынужденного излучения. Такие приборы, работающие в видимом диапазоне длин волн, получили название *лазер*, либо их так же называют оптическими квантовыми генераторами.

При воздействии на вещество света с длиной волны  $\lambda$  возможны два процесса: 1) вынужденное поглощение света, 2) вынужденное излучение света. В системе атомов находящихся в термодинамическом равновесии, поглощение падающей световой волны будет преобладать над вынужденным излучением, так что падающая волна при прохождении через вещество будет ослабляться.

Для получения усиления падающей волны, нужно сделать так, чтобы в состоянии с большей энергией  $E_n$  находилось большее число атомов, чем в состоянии с меньшей энергией  $E_m$ . В данном случае говорят об *инверсной населенности* атомов.

В гелий-неоновом лазере атомы возбуждают (электроны в нем переходят на вышестоящий энергетический уровень) за счет электрического разряда. В данной смеси газа излучающими являются атомы неона, атомы гелия играют вспомогательную роль.



При электрическом разряде у части атомов неона электроны переходят с 1 на 3 уровень. Для чистого неона время жизни электрона на 3 уровне мало и электроны переходят с 3 на 1 и 2 уровни. Чтобы получить инверсную населенность нужно увеличить населенность 3 и уменьшить населенность 2 уровней.

Атомы гелия способствуют увеличению населенности 2 уровня неона. Возбужденный уровень гелия 2 совпадает с 3 неона, поэтому при соударении атомов происходит передача энергии от *He* к *Ne*. Для разгрузки 2-го уровня неона конструктивно подбирают размеры газоразрядной трубки так, чтобы при соударении с ее стенками атом отдавал энергию, переходя на 1-й уровень.

Таким образом добиваются инверсной населенности между 3-м и 2-м уровнями неона. При прохождении вынуждающего излучения с частотой кванта  $\nu = (E_3 - E_2)/h$  происходит вынужденный переход электронов атомов неона с 3-го на 2-й уровень (*строгая монохроматичность*), сопровождающийся излучением большого количества квантов энергии (*большая мощность излучения*). Индуцированное излучение тождественно падающему во всех отношениях, в том числе и по фазе, поэтому говорят о когерентном усилении электромагнитной волны (*высокая степень когерентности излучения*).

Излучаемый одним атомом фотон может вызвать излучение у других атомов, что приводит к увеличению числа излучаемых квантов энергии. Фотоны, возникающие при вынужденном излучении, выходят в том же направлении, что и падающие фотоны. Фотоны в зависимости от направления излучения либо выходят за пределы боковой поверхности трубки, либо многократно отражаются от торцевых зеркал и вызывают вынужденные переходы (*малая расходимость светового пучка*). Для такого лазера  $\lambda = 632,8 \text{ нм} \approx 0,63 \text{ мкм}$ .

Лазерное излучение отличается рядом замечательных особенностей:

- 1) монохроматичность;
- 2) временная и пространственная когерентность;
- 3) поляризованность;
- 4) узкость пучка, возможна большая интенсивность.

Лазеры нашли широкое применение в медицине, технике и научных исследованиях. С помощью лазеров производят «приваривание» отслойки сетчатки, лечение глаукомы, их используют как бескровный нож в хирургии и т.д.

Высокая когерентность излучения открывает широкие перспективы в использовании лазеров для целей радиосвязи.

Пучки света со столь высокой плотностью мощности можно использовать для механической обработки и сварки, для прожигания малых отверстий, для воздействия на ход химических реакций.

Длину волны лазерного излучения можно определить при помощи дифракционной решетки. Явление дифракции было рассмотрено в предыдущей работе. Зная период решетки, определяем длину волны:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{n} \quad (1), \text{ где } d \text{ — период решётки, } n = 1, 2, 3 \dots$$

### Выполнение работы

1. Записать в таблицу 1 период дифракционной решетки  $d = 9,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ .
2. Установить дифракционную решётку в держателе.
3. Включить лазер и направить луч на экран через дифракционную решетку. Измерить расстояние  $L$  от дифракционной решетки до экрана.
4. Замерить расстояние  $l$  от центрального максимума до максимума первого порядка. Результаты занести в таблицу 1.
5. Рассчитать значение  $\sin \varphi = \frac{l}{S}$ , где  $S = \sqrt{l^2 + L^2}$ .
6. Определить по формуле (1) длину волны для максимума первого порядка ( $n = 1$ ).

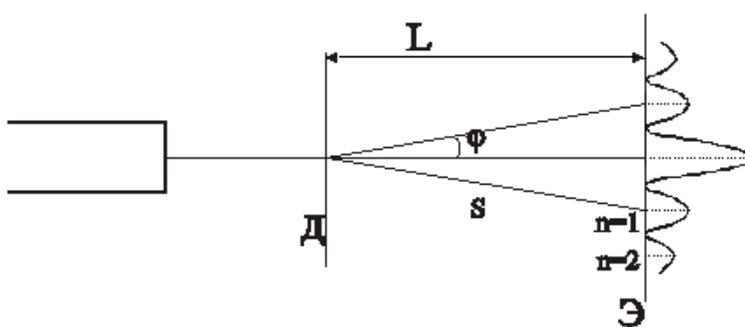


Рис.2

Схема экспериментальной установки

7. Повторить аналогичные измерения для максимумов второго и третьего порядка ( $n=2,3$ ). Рассчитать длину волны. (Теоретически  $\lambda \approx 0,63 \text{ мкм}$ ).

8. Вычислить среднюю длину волны лазерного излучения. Рассчитать погрешности измерений.

Таблица 1

	$d, \text{ м}$	$l, \text{ м}$	$L, \text{ м}$	$\sin \varphi$	$\lambda, \text{ м}$	$\Delta \lambda, \text{ м}$	$\frac{\Delta \lambda_{\text{ср}}}{\lambda_{\text{ср}}} \cdot 100\%$

$n = 1$	$9,1 \cdot 10^{-6}$						
$n = 2$	$9,1 \cdot 10^{-6}$						
$n = 3$	$9,1 \cdot 10^{-6}$						
<i>Ср.</i>							

9. Окончательный результат записать в виде  $\lambda = \lambda_{cp} \pm \Delta \lambda_{cp}$ .

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается явление дифракции?
2. Какие источники называются когерентными?
3. В чем заключается явление интерференции света? Сформулировать и пояснить условия максимума и минимума освещенности при интерференции.
4. Какое излучение называется вынужденным, каким образом его получают?
5. Принцип работы *He-Ne* лазера.
6. Свойства лазерного излучения.
7. Использование лазеров в науке, технике, в сельском хозяйстве.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №4.6

#### Определение концентрации раствора сахара при помощи кругового поляриметра

**Цель работы:** экспериментальное определение удельного вращения и концентрации раствора сахара при помощи кругового поляриметра.

**Оборудование:** поляриметр СМ-3, две трубки водного раствора сахара с известной и неизвестной концентрацией.

#### Краткая теория

Свет представляет собой поперечные электромагнитные волны. Электромагнитная волна характеризуется двумя векторами: вектором напряженности электрического поля  $\vec{E}$  и вектором напряженности магнитного поля  $\vec{H}$ , которые изменяются и распространяются во взаимно перпендикулярных плоскостях в одинаковых фазах (рис.1).

Обычный естественный луч складывается из множества электромагнитных волн, в которых колебания вектора  $\vec{E}$  ориентированы случайным образом: в результирующей волне колебания  $\vec{E}$  распределены в пространстве равномерно.

*Поляризованным* называется такой свет, в котором колебания вектора  $\vec{E}$  происходят только в одной плоскости (плоскополяризованный свет), которая называется *плоскостью поляризации*.

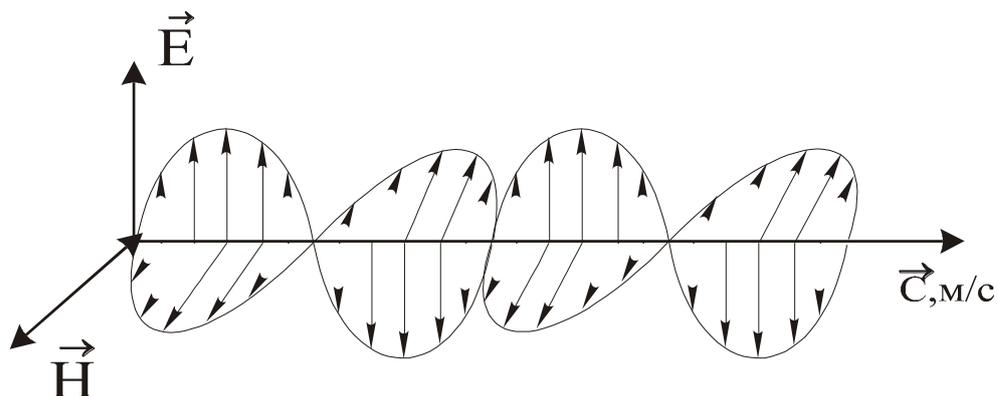


Рис.1

Электромагнитная волна

При прохождении плоскополяризованного луча через некоторые растворы (например, сахара) наблюдается поворот плоскости поляризации светового луча.

Вещества, вращающие плоскость поляризации, называются *оптически активными*.

Угол поворота плоскости поляризации  $\alpha$  пропорционален величине пути движения луча в растворе, то есть длине трубки  $l$ , и концентрации  $C$ , например, сахара в растворе:

$$\alpha = [\alpha] \cdot l \cdot C, \quad \text{где } [\alpha] \text{ — удельное вращение.} \quad (1)$$

*Удельное вращение*  $[\alpha]$ - это физическая величина численно равная углу поворота плоскости поляризации луча в растворе длиной  $1 \text{ м}$  при концентрации  $1 \text{ г}$  оптически активного вещества в  $100 \text{ г}$  раствора ( $1\%$ ) при  $20^\circ\text{C}$  и длине волны света  $589 \text{ нм}$  (желтая «линия» натрия). Удельное вращение зависит от рода и состояния вещества. Например, для сахара  $[\alpha] = 6,65 \frac{\text{градус}}{\% \cdot \text{м}}$ , для глюкозы -  $[\alpha] = 5,28 \frac{\text{градус}}{\% \cdot \text{м}}$ .

Угол поворота плоскости поляризации  $\alpha$  обратно пропорционален квадрату длины волны свет (закон Био), т. е.:  $\alpha = \frac{b}{\lambda^2}$ , где  $b$  – коэффициент пропорциональности.

Поляриметр, например, круговой СМ - 3 предназначен для измерения угла вращения плоскости поляризации оптически активными прозрачными однородными растворами и жидкостями. Поляриметр применяется в сельском хозяйстве, медицине, химической промышленности. Его применяют не только для определения концентрации растворов, но и как метод исследования структурных превращений, в частности в молекулярной биофизике.

Для получения плоскополяризованного луча в поляриметре (в призме Николя) использовано явление двойного лучепреломления— это явление разделения естественного луча на два поляризованных луча при прохождении через некоторые кристаллы, например, исландского шпата.

В поляриметре использованы две последовательные призмы Николя: первая — ее назвали *поляризатором* — получает из естественного света плоскополяризованный луч. Вторая призма служит для определения плоскости колебания луча и называется *анализатором*. Изменяя угол расположения оптической оси анализатора к оптической оси поляризатора, можно наблюдать изменение интенсивности света. По закону *Малюса* интенсивность света, вышедшего из анализатора  $I_a$ , равна интенсивности света, падающего на анализатор (вышедшего из поляризатора)  $I_n$ , умноженной на квадрат косинуса угла  $\alpha$  между плоскостями поляризации анализатора и поляризатора, т. е.:  $I_a = I_n \cos^2 \alpha$ .

В поляриметре СМ - 3 применен принцип уравнивания яркостей разделенного на две части поля зрения. Яркости полей сравнения уравнивают вблизи полного затемнения поля зрения. При помещении между анализатором и поляризатором трубки с сахарным раствором плоскость поляризации поворачивается на угол  $\alpha$  и равенство яркостей полей нарушается. Поворотом анализатора на такой же угол  $\alpha$  восстанавливается равенство яркостей полей.

### Выполнение работы

1. Осветить поле зрения лампочкой и, перемещая втулку 1 (рис.5), привести на резкость.

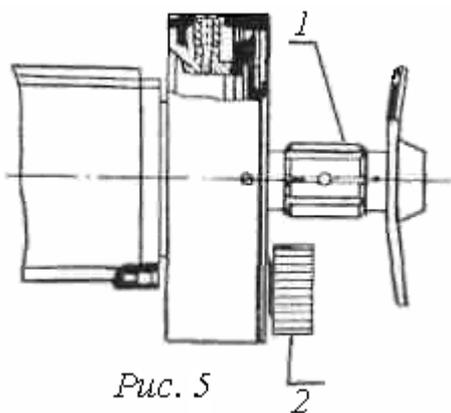


Рис. 5

2. Определить нулевое положение прибора без трубки с раствором - угол  $\alpha_0$ . Для этого, вращая фрикцион 2 (рис.5) наблюдательной трубки установить окуляр по глазу на резкое изображение линии раздела полей сравнения (рис.6 в или д). После этого, вращением втулки 2 (рис.5) повернуть анализатор и добиться равенства яркостей полей сравнения (*при минимальной освещенности!!!*). При этом в поле зрения не

должно быть заметно

резкого выделения сторон освещенного поля. Удобнее и быстрее добиться равенства яркостей

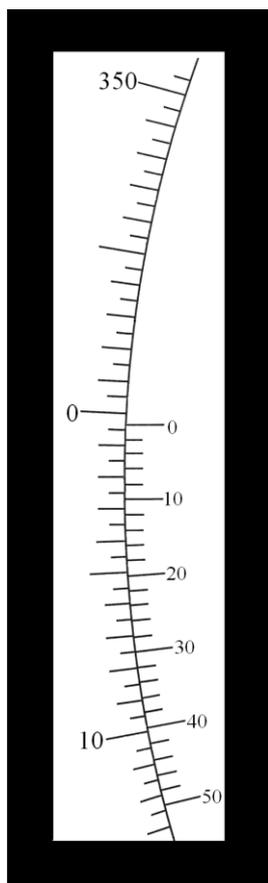
*Окуляр поляриметра*

полей при переходе от одной картины к другой.

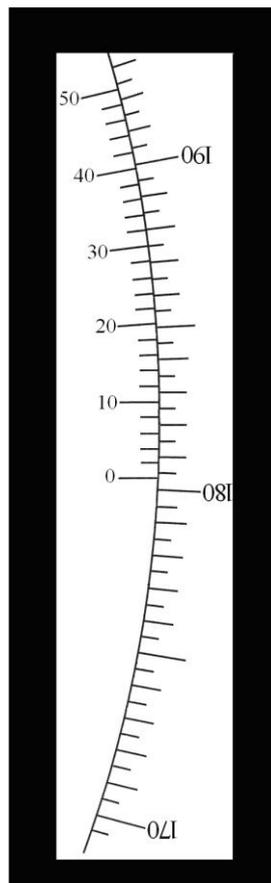
Например, при переходе от картины в (рис.6) к картине д по наименьшему пути вращения втулки (или от картины д к картине в).

Для измерения угла пользуются лимбом и отсчетными устройствами. На лимбе нанесена 360-градусная шкала с ценой деления 0,5 градуса (рис.6 а). На корпусе закреплены нониусы отсчетных устройств. Каждый нониус имеет 25 делений с ценой деления 0,02 градуса. Если нулевой штрих нониуса оказался относительно нулевого штриха лимба смещенным по часовой стрелке, то поправка на нуль берется со знаком "+", если - против часовой стрелки - со знаком "-". Отсчет угла делаем или по левому или по правому отсчетному устройству следующим образом: определяем на сколько градусов повернута шкала лимба по отношению к шкале отсчетного устройства (0 нониуса), затем

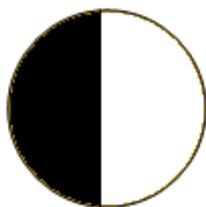
по штрихам отсчетного устройства, совпадающими со штрихами шкалы лимба, отсчитываем доли градуса. К числу градусов, взятых по шкале лимба, прибавляем значение по шкале отсчетного устройства.



*a*



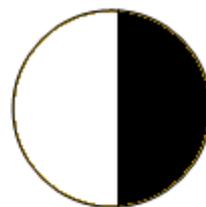
*б*



*в*



*г*



*д*

*Рис.6*

*Измерительные шкалы (а и б) и поле зрения (в, г, д) поляриметра*

Например, на рис.4а отсчет по шкале лимба  $0^{\circ}$ . По штрихам отсчетного устройства совпадает 16 штрих, что соответствует 15 делениям, а это составляет  $0,30^{\circ}$ . Складываем значения:  $0^{\circ} + 0,30^{\circ} = 0,30^{\circ}$ .

Если вести отсчет по правой части шкалы (рис 6 б), то результат будет  $180,30^{\circ}$ .

3. Определить нулевой отсчет пять раз. Данные занести в таблицу 1.

4. Трубку с сахарным раствором известной концентрации  $C_1$  поместить в соединительную трубку прибора и закрыть шторкой. Снова установить поворотом анализатора двойное поле на равномерное освещение и сделать отсчет угла поворота плоскости поляризации луча ( $\alpha_1$ ). Сделать пять измерений.

5. В соответствии с формулой (1) определить удельное вращение сахара, учитывая, что  $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$  :

$$[\alpha] = \frac{\alpha_1 - \alpha_0}{l_1 \cdot C_1}, \quad \text{где } l_1 \text{ — длина трубки с концентрацией раствора сахара } C_1.$$

6. Вынуть трубку с раствором, установить поле зрения на равномерную затененность и снова определить нулевой отсчет пять раз. Данные занести в таблицу 2.

7. Между поляризатором и анализатором поместить трубку с раствором неизвестной концентрации  $C_2$ , установить равномерную затененность поля зрения и сделать отсчет по лимбу ( $\alpha_2$ ). Измерения провести пять раз, занести полученные значения в таблицу 2.

8. По нижеследующей формуле определить концентрацию раствора сахара:

$$C_2 = \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{[\alpha] \cdot l_2}, \quad \text{где } l_2 \text{ — длина трубки с концентрацией раствора сахара } C_2.$$

Таблица 1

№	$\alpha_0$ , град	$\alpha_1$ , град	$C_1$ , %	$l_1$ , м	$[\alpha]$ , $\frac{\text{град}}{\% \cdot \text{м}}$	$\Delta\alpha$ , $\frac{\text{град}}{\% \cdot \text{м}}$	$\frac{\Delta[\alpha]_{\text{ср}}}{[\alpha]_{\text{ср}}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							
4							
5							
Ср.							

Таблица 2

№	$\alpha_0$ , град	$\alpha_2$ , град	$l_2$ , м	$[\alpha]$ , $\frac{\text{град}}{\% \cdot \text{м}}$	$C_2$ , %	$\Delta C_2$ , %	$\frac{\Delta C_{2\text{ср}}}{C_{2\text{ср}}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							
4							
5							
Ср.							

Окончательные результаты записать в виде:  $[\alpha] = [\alpha]_{\text{ср}} \pm \Delta[\alpha]_{\text{ср}}$  и

$$C_2 = C_{2\text{ср}} \pm \Delta C_{2\text{ср}}.$$

### Контрольные вопросы

1. Какой свет называется естественным?
2. В чем состоит явление поляризации света?
3. Какие вещества называются оптически активными?
4. Что называется удельным вращением? Записать и пояснить закон Био.
5. Сформулируйте и поясните закон Брюстера.

6. Сформулируйте и поясните закон Малюса.
7. В чем состоит явление двойного лучепреломления? Устройство призмы Николя и способ поляризации света с ее помощью.
8. Как устроен поляриметр, принцип его работы и для каких целей он используется?
9. Сущность метода определения удельного вращения и концентрации раствора сахара в данной работе.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Лабораторная работа №4.7

#### Определение чувствительности фотоэлемента и силы света лампы накаливания

**Цель работы:** экспериментальное определение чувствительности фотоэлемента и силы света лампы накаливания.

**Оборудование:** фотоэлемент, гальванометр, реостат, источник постоянного тока (выпрямитель), эталонная и испытываемая лампа, провода.

#### Краткая теория

Явление фотоэлектрического эффекта состоит в том, что под действием света в некоторых веществах происходит освобождение электронов от связей с атомами и молекулами вещества.

Различают следующие *виды фотоэффекта*:

1. *Внешний фотоэффект*, при котором вырванные электроны выходят за пределы освещаемого вещества.

2. *Внутренний фотоэффект*, при котором электроны, выбитые из атома, переходят в свободное состояние, но остаются внутри освещаемого металла и становятся носителями тока. Этим свойством обладают селен и другие полупроводники.

3. *Фотоэффект в запирающем слое*, при котором электроны переходят из одного тела в другое твердое тело или жидкость, а на границе перехода образуется слой, обладающий односторонней проводимостью с определенной контактной разностью потенциалов.

В данной работе применяется вакуумный фотоэлемент с внешним фотоэффектом. Рассмотрим подробнее явление внешнего фотоэффекта.

Сущность явления фотоэффекта объясняется *квантовой теорией* света, согласно которой излучение и поглощение света происходит отдельными порциями — квантами света (фотонами). Энергия одного кванта света равна:

$$\varepsilon = h\nu,$$

где  $h \approx 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с — постоянная Планка.  $\nu$  — частота электромагнитной волны света.

Законы внешнего фотоэффекта открыты и исследованы экспериментально А.Г.Столетовым в следующем виде:

1. *Фототок насыщения*  $I_{нас}$  (максимальное число электронов, освобождаемых светом в единицу времени) прямо пропорционален световому потоку  $\Phi$  (то есть числу падающих квантов света).

$$I_{нас} = \mu \cdot \Phi, \quad \text{где } \mu \text{ — фоточувствительность фотоэлемента.}$$

2. *Максимальная скорость* фотоэлектронов возрастает с увеличением частоты падающего света и не зависит от его светового потока  $\Phi$ .

3. Фотоэффект для каждого вещества начинается только при определенной минимальной частоте  $\nu_0$  (максимальной длине волны  $\lambda_0$ ) света, называемой *красной границей фотоэффекта*.

Объяснение явления внешнего фотоэффекта было дано *А.Эйнштейном* на основе квантовой теории света.

Энергия фотона  $h\nu$ , поглощенная электроном, расходуется на совершение электроном работы выхода из металла  $A$  и на сообщение электрону максимальной кинетической энергии  $\frac{m\nu^2_{\max}}{2}$ , т.е.:

$$h \cdot \nu = A + \frac{m\nu^2_{\max}}{2} \quad (1) \text{ -уравнение Эйнштейна.}$$

Согласно уравнению Эйнштейна с уменьшением частоты света кинетическая энергия электрона уменьшается, так как работа выхода  $A$  для данного металла постоянна. При некоторой частоте падающего света кинетическая энергия станет равной нулю и фотоэффект прекратиться. Тогда из уравнения (1)

получаем:  $h \cdot \nu_0 = A$ , откуда  $\nu_0 = \frac{A}{h}$  или с учетом того, что  $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0}$  имеем:

$$\lambda_0 = \frac{h \cdot c}{A}.$$

В природе с явлением фотоэффекта мы встречаемся при рассмотрении явления фотосинтеза. *Фотосинтез* - это процесс образования органических веществ в зеленых частях растений под действием света с поглощением углекислого газа и выделением кислорода.

Суммарное уравнение фотосинтеза можно записать в следующем виде:



В науке и технике широкое применение получили *фотоэлементы* — приборы, использующие явление фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент представляет собой вакуумный стеклянный или кварцевый баллон, внутри него на слой магния или серебра нанесен слой светочувствительного металла. Этот слой излучает электроны при освещении его светом (катод). Его соединяют с минусом источника. В середине фотоэлемента расположен металлический анод в виде кольца (рис.1). Электрическое поле направляет вылетающие электроны к аноду.

Характеристикой фотоэлемента является *чувствительность*  $\mu$  — численно равна величине силы электрического тока  $i$ , отнесенного к единице светового

потока, т.е.:  $\mu = \frac{i}{\Phi}$  (измеряется в СИ в А/лм, во внесистемных единицах - в мА/лм, мкА/лм и др.). Так как  $\Phi = E \cdot S$ , то  $\mu = \frac{i}{E \cdot S}$ ,

где  $E$  - освещенность фотоэлемента,  $S$  - площадь катода фотоэлемента.

### Выполнение работы

#### Упражнение 1. Определение чувствительности фотоэлемента

1. Собрать цепь по схеме рис.1, расположить фотоэлемент на расстоянии, например,  $r=0,8$  м от лампочки.

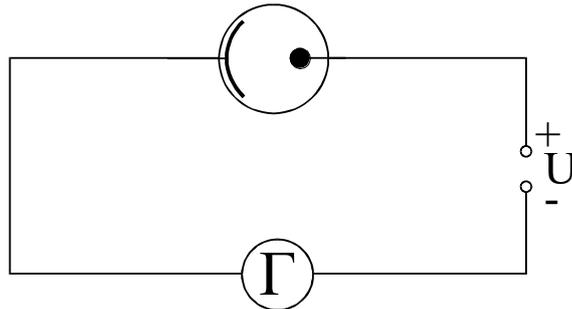


Рис.1

Схема экспериментальной установки с гальванометром  $G$ , источник постоянного тока напряжением  $U$

2. Осветить фотоэлемент лампочкой с известной силой (эталона) света  $I_{\text{э}}$  и записать показания гальванометра ( $n_{\text{э}}$ ). Вычислить  $i$ :  $i = n \cdot c$ , где  $n$  - число делений гальванометра,  $c$  - цена деления гальванометра.
3. Повторить опыт для пяти различных расстояний  $r$  между фотоэлементом и лампочкой? Занести данные в таблицу 1.
4. Найти освещенность  $E$  по формуле  $E = \frac{I_{\text{э}}}{r^2}$ .
5. Найти чувствительность фотоэлемента (площадь катода  $S = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ )  $\mu = \frac{i}{E \cdot S}$ .
6. Построить график зависимости  $E = f(r)$ .

#### Упражнение 2. Определение силы света источника

1. Сменить эталонную лампу на исследуемую с силой света  $I_{\text{иссл}}$  и осветить фотоэлемент.
2. Располагая исследуемую лампу на тех же расстояниях, что и эталонную (см. таблицу 1), записать показания отклонения светового «зайчика» гальванометра  $n_{\text{иссл}}$ .
3. Рассчитать силу света  $I_{\text{иссл}}$ , используя соотношение:  $\frac{I_{\text{иссл}}}{I_{\text{э}}} = \frac{n_{\text{иссл}}}{n_{\text{э}}}$ . Из этого соотношения получаем:  $I_{\text{иссл}} = I_{\text{э}} \frac{n_{\text{иссл}}}{n_{\text{э}}}$ , где  $I_{\text{э}}$  и  $n_{\text{э}}$  берутся из таблицы 1.
4. Рассчитать среднюю силу света  $I_{\text{иссл.ср}}$ .

5. Окончательные результаты записать в виде:

$$\mu = \mu_{cp} \pm \Delta\mu_{cp} \quad \text{и} \quad I_{иссл} = I_{ср.иссл} \pm \Delta I_{ср.иссл}$$

Таблица 1

№	$I_0, \text{кД}$	$r, \text{м}$	$n_0$	$i, \text{мкА}$	$E, \text{лк}$	$\mu, \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$	$\Delta\mu, \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$	$\frac{\Delta\mu_{cp}}{\mu_{cp}}, \%$
1	70							
2								
3								
4								
5								
Ср.	----- -	-----	-----	-----	-----			

Таблица 2

№	$I_0, \text{кД}$	$n_0$	$n_{иссл}$	$I_{иссл}, \text{кД}$	$\Delta I_{иссл}, \text{кД}$	$\Delta I_{иссл ср} / I_{иссл ср}, \%$
1	70					
2						
3						
4						
5						
Ср.		-----	-----			

### Контрольные вопросы

1. В чём заключается явление фотоэффекта? Виды фотоэффекта.
2. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.
3. Запишите уравнение А.Эйнштейна для фотоэффекта и объясните на его основе законы фотоэффекта.
4. Объясните устройство и принцип действия вакуумного фотоэлемента.
5. Что называется чувствительностью фотоэлемента, от чего она зависит?
6. Цель и сущность практической части данной работы.

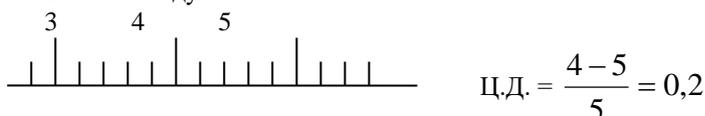
## 7. Использование явления фотоэффекта в науке и технике. Где в природе встречается явление фотоэффекта?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

### Определение цены деления шкалы измерительного прибора.

#### Однопредельные измерительные приборы.

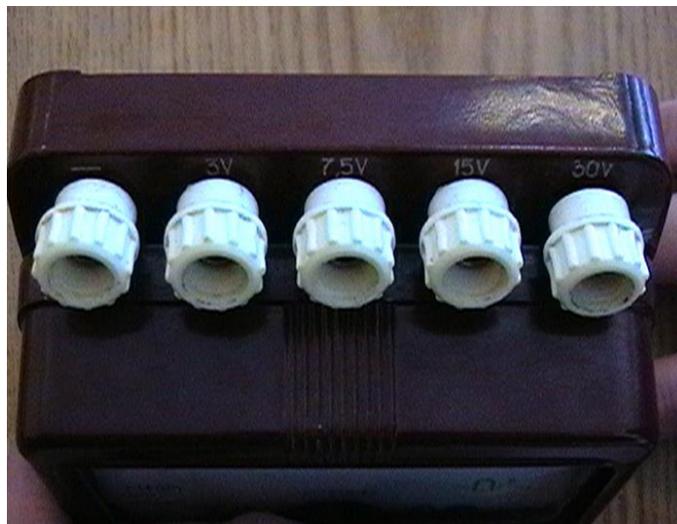
**Цена деления шкалы** – это значение наименьшего деления шкалы. Чтобы определить цену деления шкалы, нужно взять два любые (можно соседние) числа, из большего отнять меньшее, и результат разделить на число наименьших делений шкалы между этими числами.



#### Многопредельные электроизмерительные приборы.

Значение измеряемой величины, при которой стрелка прибора отклоняется до конца шкалы, называется предельным значением этого прибора.

Электроизмерительные приборы могут иметь несколько пределов измерений. Цена деления при измерении таким прибором на различных пределах различна. Для определения цены деления шкалы, необходимо узнать пределы измерения прибора, т.е. начальное и конечное значения шкалы.



Пример. Предположим, что вольтметр имеет три предела измерений от 0 до 3В, до 15В и до 30В. На шкале нанесено 75 делений. Тогда цена деления:

$$\begin{aligned} \text{для предела от 0 до 3В равна } \frac{3\text{В}}{75} &= 0,04 \frac{\text{В}}{\text{дел}} ; & \text{для предела от 0 до 15В равна } \frac{15\text{В}}{75} &= 0,2 \frac{\text{В}}{\text{дел}} ; \\ \text{для предела от 0 до 30В равна } \frac{30\text{В}}{75} &= 0,4 \frac{\text{В}}{\text{дел}} . \end{aligned}$$

Чтобы определить значение измеряемой величины, необходимо **число делений**, на которые указывает стрелка прибора, **умножить на цену деления шкалы**.

#### Графическое изображение результатов измерений.

Чтобы графически изобразить соответствующую зависимость, наносят на ось абсцисс ( $x$ ) шкалу значений аргумента, а на ось ординат ( $y$ ) шкалу значений функции. Например, зави-

симось температуры  $T$ , исследуемой жидкости от времени  $t$  определяется функцией  $T=f(t)$ . Сравниваем полученную зависимость со стандартной математической зависимостью  $y = f(x)$ , отсюда – функцию  $T$  строим по оси  $y$ , а аргумент  $t$  – по оси  $x$ .

Результаты измерений, т.е. соответствующие пары значений аргумента ( $x$ ) и функции ( $y$ ), наносят на координатную плоскость в виде точек, а затем эти точки соединяют плавной линией.

При построении графиков следует разумно выбирать масштабы, чтобы измеренные точки располагались на всей площади листа. На рис. 1 изображены примеры правильного и неправильного построения графика.

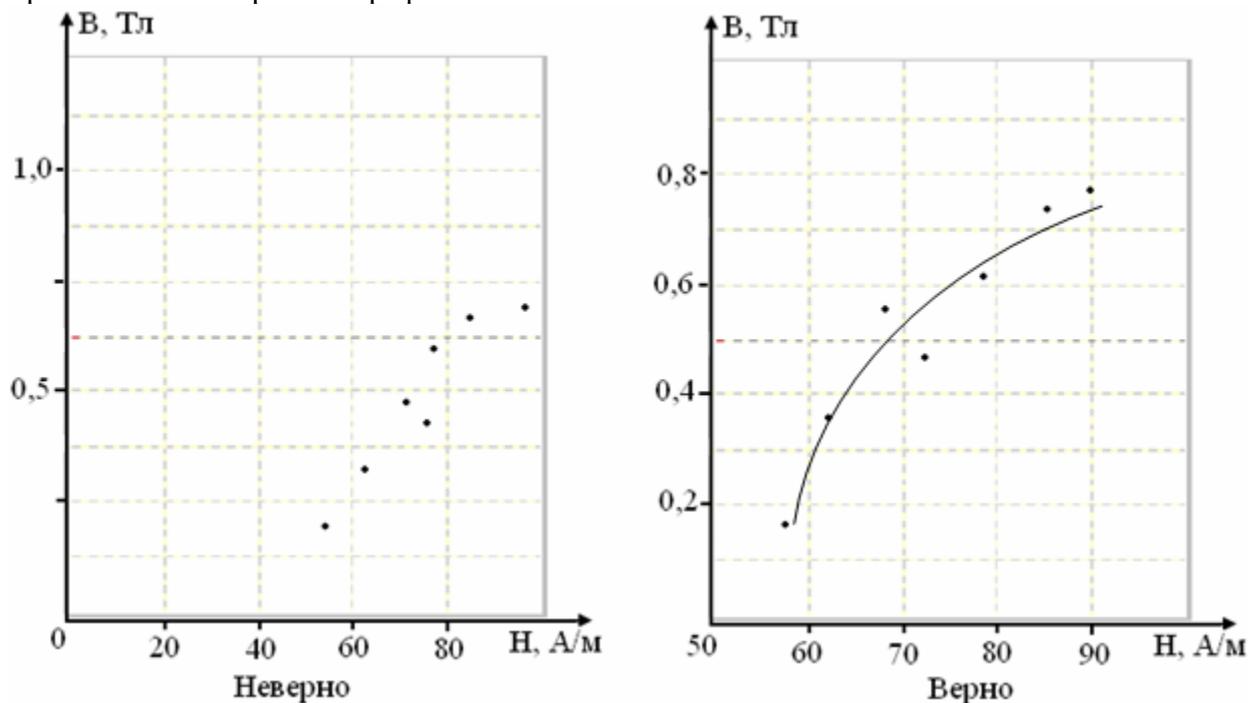


Рисунок 1.

На левом (неправильно построенном) графике экспериментальные точки занимают нижнюю правую часть рисунка. Чтобы этого избежать, следует выбрать более крупный масштаб по оси  $y$  и сместить нуль на оси абсцисс, как это сделано на правом графике.

Через экспериментальные точки всегда следует проводить самую простую кривую, совместимую с этими точками.

При проведении кривой нужно следить за тем, чтобы на каждом достаточно большом ее участке экспериментальные точки располагались как выше, так и ниже кривой.

### Пример 1. Построить график $\eta = f(I_2)$ .

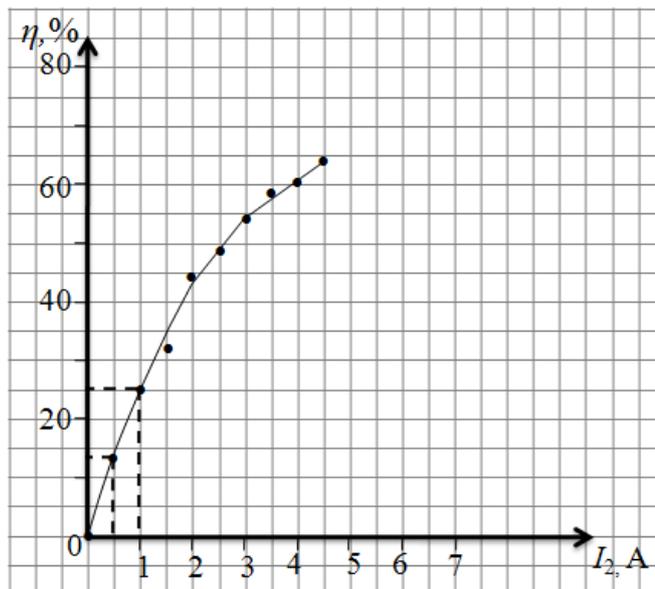
Сравниваем функцию графика  $\eta = f(I_2)$  со стандартной математической зависимостью  $y = f(x)$ , отсюда – функцию  $\eta$  строим по оси  $y$ , а аргумент  $I_2$  – по оси  $x$ .

При построении графика выбираем масштабы, чтобы измеренные точки располагались на всей площади листа.

Значение величины  $I_2$  изменяется от 0А до 4,5А, поэтому значение силы тока удобнее откладывать от 0 до 6А с шагом 1А.

Значение величины  $\eta$  изменяется от 0,0% до 64,6%, поэтому значение КПД удобнее откладывать от 0 до 80% с шагом 10%.

№	$I_2, A$	$\eta, \%$
1	0,0	0,0
2	0,5	13,6
3	1,0	26,0
4	1,5	32,6
5	2,0	44,6
6	2,5	48,7
7	3,0	54,5
8	3,5	58,8
9	4,0	60,6
10	4,5	64,6



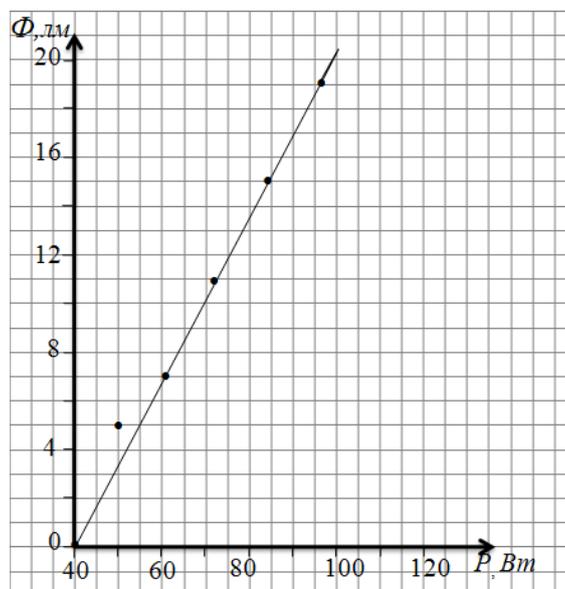
Если значения величин начинают изменяться не от 0, с какой-то величины, то масштаб построения графика выбирается иначе.

**Пример 2.** Построить график  $\Phi = f(P)$  (зависимость светового потока от потребляемой лампочкой мощности).

№	$P, Вт$	$\Phi, лм$
1	96,8	19,1
2	84,0	15,1
3	72,0	11,1
4	60,8	7,0
5	49,0	5,0

Значение величины  $\Phi$  изменяется от 19,1 лм до 5,0 лм, поэтому значение светового потока удобнее откладывать от 0 до 20 лм с шагом 2 лм.

Значение величины  $P$  изменяется от 96,8 Вт до 46,0 Вт, поэтому значение потребляемой лампочкой мощности удобнее откладывать от 40 до 110 Вт с шагом 10 Вт.



# Задачи

## 4. ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

### Электростатика

1. Два шарика массой  $m = 0,1$  г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной  $l = 20$  см каждая. Получив одинарный заряд разошлись так, что нити образовали между собой угол  $\alpha = 60^\circ$ . Найти заряд каждого шарика.

2. Расстояние между двумя точечными зарядами  $Q_1 = 1$  мкКл и  $Q_2 = -Q_1$  равно 10 см. Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q = 0,1$  мкКл, удаленный на  $r_1 = 6$  см от первого и на  $r_2 = 8$  см от второго зарядов.

3. Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии  $r = 30$  см. Сила притяжения  $F_1$  шаров равна 90 мкН. После того как шары были приведены в соприкосновение и удалены друг от друга на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой  $F_2 = 160$  мкН. Определить заряды  $Q_1$  и  $Q_2$ , которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.

4. Три одинаковых заряда  $Q = 1$  нКл каждый расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд  $Q_1$  нужно поместить в центре треугольника, чтобы его притяжение уравновесило силы взаимного отталкивания зарядов? Будет ли это равновесие устойчивым?

5. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью  $\tau$  заряда, равной 10 мкКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии  $a = 20$  см от его конца находится точечный заряд  $Q = 10$  нКл. Определить силу  $F$  взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.

6. Тонкая нить длиной  $l = 20$  см равномерно заряжена линейной плотностью  $\tau = 10$  нКл/м. На расстоянии  $a = 10$  см от нити, против ее середины, находится точечный заряд  $Q = 1$  нКл. Вычислить силу  $F$ , действующую на этот заряд со стороны заряженной нити.

7. Расстояние  $d$  между двумя точечными зарядами  $Q_1 = +8$  нКл и  $Q_2 = -5,3$  нКл равно 40 см. Вычислить напряженность  $E$  поля в точке, лежащей посередине между зарядами. Чему равна напряженность, если второй заряд будет положительным?

8. Два точечных заряда  $Q_1 = 2Q$  и  $Q_2 = -Q$  находятся на расстоянии  $d$  друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность  $E$  поля в которой равна нулю.

9. Две концентрические металлические заряженные сферы радиусами  $R_1 = 6$  см и  $R_2 = 10$  см несут соответственно заряды  $Q_1 = 1$  нКл и  $Q_2 = -0,5$  нКл. Найти напряженности  $E$  поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях  $r_1 = 5$  см ;  $r_2 = 9$  см ;  $r_3 = 15$  см. Построить график зависимости  $E(r)$ .

10. Эбонитовый сплошной шар радиусом  $R = 5$  см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью  $\rho = 10$  нКл/м<sup>3</sup>. Определить напряженность  $E$  и смещение  $D$  электрического поля в точках: 1) на расстоянии  $r_1 = 3$  см от центра сферы; 2) на поверхности сферы; 3) на расстоянии  $r_2 = 10$  см от центра сферы. Построить график зависимости  $E(r)$ .

11. Полый стеклянный шар несет равномерно распределенный по объему заряд. Его объемная плотность  $\rho = 100$  нКл/м<sup>3</sup>. Внутренний радиус  $R_1$  шара равен 5 см, наружный –  $R_2 = 10$  см. Вычислить напряженность  $E$  и смещение  $D$  электрического поля в точках, отстоящих от центра сферы на расстояниях: 1)  $r_1 = 3$  см ; 2)  $r_2 = 6$  см ; 3)  $r_3 = 12$  см. Построить график зависимости  $E(r)$  и  $D(r)$ .

12. Найти емкость  $C$  уединенного металлического шара радиусом  $R = 1$  см.

13. Шар радиусом  $R_1 = 6$  см заряжен до потенциала  $\phi_1 = 300$ В, а шар радиусом  $R_2 = 4$  см – до потенциала  $\phi_2 = 500$ В. Определить потенциал  $\phi$  шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

14. На пластинах плоского конденсатора равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью  $\sigma = 0,2$  мкКл/м<sup>2</sup>. Расстояние  $d$  между пластинами равно 1 мм. На сколько изменится разность потенциалов на его обкладках при увеличении расстояния  $d$  между пластинами до 3 мм?

15. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина толщиной  $d = 1$  см, которая вплотную прилегает к его пластинам. На сколько нужно увеличить расстояние между пластинами, чтобы получить прежнюю емкость?

16. Две концентрические металлические сферы радиусами  $R_1 = 2$  см и  $R_2 = 2,1$  см образуют

сферический конденсатор. Определить его емкость  $C$ , если пространство между сферами заполнено парафином.

17. Конденсатор состоит из двух концентрических сфер. Радиус  $R_1$  внутренней сферы равен 10 см, внешней  $R_2 = 10,2$  см. Промежуток между сферами заполнен парафином. Внутренней сфере сообщен заряд  $Q = 5$  мкКл. Определить разность потенциалов  $U$  между сферами.

18. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C = 1,11$  нФ заряжен до разности потенциалов  $U = 300$  В. После отключения от источника тока расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в пять раз. Определить: 1) разность потенциалов  $U$  на обкладках конденсатора после их раздвижения; 2) работу  $A$  внешних сил по раздвижению пластин.

19. Конденсатор емкостью  $C_1 = 666$  пФ зарядили до разности потенциалов  $U = 1,5$  кВ и отключили от источника тока. Затем к конденсатору присоединили параллельно второй, незаряженный конденсатор емкостью  $C_2 = 444$  пФ. Определить энергию, израсходованную на образование искры, проскочившей при соединении конденсаторов.

### Постоянный ток

20. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от  $I_0 = 0$  до  $I = 3$  А в течение времени  $t = 10$  с. Определить заряд  $Q$ , прошедший в проводнике.

21. Определить плотность тока  $i$  в железном проводнике длиной  $l = 10$  м, если провод находится под напряжением  $U = 6$  В.

22. Напряжение  $U$  на шинах электростанции равно 6,6 кВ. Потребитель находится на расстоянии  $l = 10$  км. Определить площадь  $S$  сечения медного провода который следует взять для устройства двух-проводной линии передачи, если сила тока  $I$  в линии равно 20 А и потери напряжения в проводах не должны превышать 3%.

23. Внутреннее сопротивление  $r$  батареи аккумуляторов равно 3 Ом. Сколько процентов от точного значения э.д.с. составляет погрешность, если, измеряя разность потенциалов на зажимах батареи вольтметр с сопротивлением  $R_v = 200$  Ом, приняв ее равной э.д.с.?

24. К источнику тока с э.д.с.  $\mathcal{E} = 1,5$  В присоединили катушку с сопротивлением  $R = 0,1$  Ом. Амперметр показал силу тока, равную  $I_1 = 0,5$  А. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же э.д.с., то сила тока  $I$  в той же катушке оказалась равной 0,4 А. Определить внутренние сопротивления  $r_1$  и  $r_2$  первого и второго источников тока.

25. Два одинаковых источника тока с э.д.с.  $\mathcal{E} = 1,2$  В и внутренним сопротивлением  $r = 0,4$  Ом соединены, как показано на рис. 19.6, а, б. Определить силу тока  $I$  в цепи и разность потенциалов  $U$  между точками А и В в первом и втором случаях.

26. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение  $U$  на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление  $R$  реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $P = 120$  Вт. Найти силу тока  $I$  в цепи.

27. Э.д.с. батареи аккумуляторов  $\mathcal{E} = 12$  В, сила тока  $I$  короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность  $P_{max}$  можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

28. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через  $t_1 = 15$  мин, если только вторая, то через  $t_2 = 30$  мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? параллельно?

29. Плотность тока  $j$  в медном проводнике равна 3 А/мм<sup>2</sup>. Найти напряженность  $E$  электрического поля в проводнике.

30. В медном проводнике объемом  $V = 6$  см<sup>3</sup> при прохождении по нему постоянного тока за время  $t = 1$  мин выделилось количество теплоты  $Q = 216$  Дж. Вычислить напряженность  $E$  электрического поля в проводнике.

31. При силе тока  $I = 5$  А за время  $t = 10$  мин в электролитической ванне выделилось  $m = 1,02$  г двухвалентного металла. Определить его относительную атомную массу  $A_r$ .

32. Определить толщину  $h$  слоя меди, выделившейся за время  $t = 5$  ч при электролизе медного купороса, если плотность тока  $j = 80$  А/м<sup>2</sup>.

33. Две батареи ( $\mathcal{E}_1 = 10$  В,  $r_1 = 2$  Ом,  $\mathcal{E}_2 = 24$  В,  $r_2 = 6$  Ом) и проводник сопротивление  $R = 16$  Ом соединены как показано на рис. 2. Определить силу тока в батареях и проводнике.

34. Определить силу тока  $I_3$  в проводнике  $R_3$  (рис. 3) и напряжение  $U_3$  на концах этого проводника, если  $\varepsilon_1 = 8$  В,  $\varepsilon_2 = 10$  В,  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 4$  Ом,  $R_3 = 3$  Ом. Внутренним сопротивлением источников тока пренебречь.

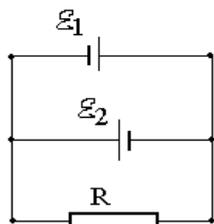


Рис. 2

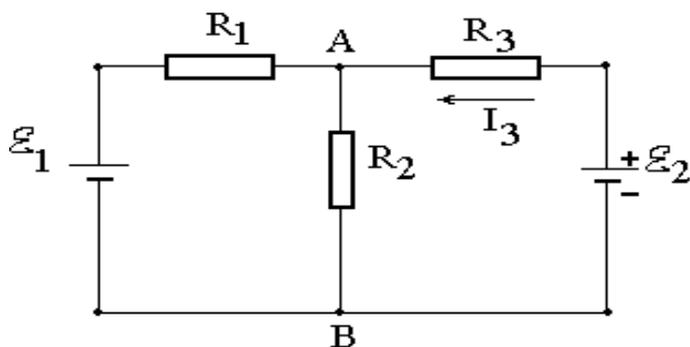


Рис. 3

## 5. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

### Магнитное поле постоянного тока

1. Напряженность  $H$  магнитного поля равна  $79,6$  кА/м. Определить магнитную индукцию  $B_0$  этого поля в вакууме.

2. Магнитная индукция  $B$  поля в вакууме равна  $10$  мТл. Найти напряженность  $H$  магнитного поля.

3. Найти магнитную индукцию в центре тонкого кольца, которому идет ток  $I=10$  А. Радиус  $r$  кольца равен  $5$  см.

4. Напряженность  $H$  магнитного поля в центре кругового витка радиусом  $r=8$  см равна  $30$  А/м. Определить напряженность  $H_1$ .

5. Длинный прямой соленоид из проволоки диаметром  $d=0,5$  мм намотан так, что витки плотно прилегают друг к другу. Какова напряженность  $H$  магнитного поля внутри соленоида при силе тока  $I=4$  А? Толщиной изоляции пренебречь.

6. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток  $I=50$  А. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной на расстояние  $r=5$  см от проводника.

7. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии  $r=5$  см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи  $I=10$  А каждый. Найти напряженность  $H$  магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии  $r_1=2$  см от одного и  $r_2=3$  см от другого провода.

8. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи  $I_1=20$  А и  $I_2=30$  А в одном направлении. Расстояние  $d$  между проводами равно  $10$  см. Вычислить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r=10$  см.

9. Электрон в невозбужденном атоме водорода движется вокруг ядра по окружности радиусом  $r=53$  пм. Вычислить силу эквивалентного кругового тока  $I$  и напряженность  $H$  поля в центре окружности.

### Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Магнитный поток

1. Прямой провод, по которому течет ток  $I=1$  кА, расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции. С какой силой  $F$  действует поле на отрезок провода длиной  $l=1$  м если магнитная индукция  $B$  равна  $1$  Тл?

2. Прямой провод длиной  $l=10$  см, по которому течет ток  $I=20$  А, находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,01$  Тл. Найти угол  $\alpha$  между направлениями вектора  $B$  и тока, если на провод действует сила  $F=10$  мН.

3. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи  $I = 1$  кА. Определить силу  $F$ , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

4. По двум параллельным проводам длиной  $l = 1$  м каждый текут одинаковые токи. Расстояние  $d$  между проводами равно 1 см. Токи взаимодействуют с силой  $F = 1$  мН. Найти силу тока  $I$  в проводах.

5. По витку радиусом  $r = 5$  см течет ток  $I = 10$  А. Определить магнитный момент  $p_m$  кругового тока.

6. Очень короткая катушка содержит  $N = 1000$  витков тонкого провода. Катушка имеет квадратное сечение со стороной длиной  $a = 10$  см. Найти магнитный момент  $P_m$  катушки при силе тока  $I = 1$  А.

7. Электрон в атоме водорода движется вокруг ядра по круговой орбите некоторого радиуса. Найти отношение магнитного момента  $p_m$  эквивалентного кругового тока к моменту импульса  $L$  орбитального движения электрона. Заряд электрона и его массу считать известными. Указать направления векторов  $p_m$  и  $L$ .

8. Проволочный виток радиусом  $R = 5$  см находится в однородном магнитном поле напряженностью  $H = 2$  кА/м. Плоскость витка образует угол  $\alpha = 60^\circ$  с направлением поля. По витку течет ток  $I = 4$  А. Найти механический момент  $M$ , действующий на виток.

9. Вычислить циркуляцию вектора индукции вдоль контура, охватывающего токи  $I_1 = 10$  А,  $I_2 = 15$  А, текущие в одном направлении, и ток  $I_3 = 20$  А, текущий в противоположном направлении.

10. Найти магнитный поток  $\Phi$ , создаваемый соленоидом сечением  $S = 10$  см<sup>2</sup>, если он имеет  $n = 10$  витков на каждый сантиметр его длины при силе тока  $I = 20$  А.

11. Плоский контур, площадь  $S$  которого равна 25 см<sup>2</sup>, находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,04$  Тл. Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол  $\beta = 30^\circ$  с линиями индукции.

12. Плоская квадратная рамка со стороной  $a = 20$  см лежит в одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводом, по которому течет ток  $I = 100$  А. Рамка расположена так, что ближайшая к проводу сторона параллельна ему и находится на расстоянии  $l = 10$  см от провода. Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий рамку.

*Работа по перемещению проводника с током  
в магнитном поле. Электромагнитная индукция.  
Индуктивность.*

1. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,01$  Тл находится прямой провод длиной  $l = 8$  см, расположенный перпендикулярно линиям индукции. По проводу течет ток  $I = 2$  А. Под действием сил поля провод переместился на расстояние  $s = 5$  см. Найти работу  $A$  сил поля.

2. Плоский контур, площадь  $S$  которого равна 300 см<sup>2</sup>, находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,01$  Тл. Плоскость контура перпендикулярна линиям индукции. В контуре поддерживается неизменный ток  $I = 10$  А. Определить работу  $A$  внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.

3. Магнитный поток  $\Phi = 40$  мВб пронизывает замкнутый контур. Определить среднее значение ЭДС индукции  $\langle \mathcal{E}_i \rangle$ , возникающей в контуре, если магнитный поток изменится до нуля за время  $\Delta t = 2$  мс.

4. Прямой провод длиной  $l = 40$  см движется в однородном магнитном поле со скоростью  $v = 5$  м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов  $U$  между концами провода равна 0,6 В. Вычислить индукцию  $B$  магнитного поля.

5. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,4$  Тл в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной  $l = 10$  см. Ось вращения проходит через один из концов стержня. Определить разность потенциалов  $U$  на концах стержня при частоте вращения  $n = 16$  с<sup>-1</sup>.

6. Рамка площадью  $S=200 \text{ см}^2$  равномерно вращается с частотой  $n=10 \text{ с}^{-1}$  относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля ( $B=0,2 \text{ Тл}$ ). Каково среднее значение ЭДС индукции  $\langle \varepsilon_i \rangle$  за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения?

7. Магнитная индукция  $B$  поля между полюсами двухполюсного генератора равна  $0,8 \text{ Тл}$ . Ротор имеет  $N=100$  витков площадью  $S=400 \text{ см}^2$ . Определить частоту  $n$  вращения якоря, если максимальное значение ЭДС индукции  $\varepsilon_i = 200 \text{ В}$ .

8. Проволочный виток радиусом  $r=4 \text{ см}$ , имеющий сопротивление  $R=0,01 \text{ Ом}$ , находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,04 \text{ Тл}$ . Плоскость рамки составляет угол  $\alpha=30^\circ$  с линиями индукции поля. Какое количество электричества  $Q$  протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?

9. Проволочное кольцо радиусом  $r=10 \text{ см}$  лежит на столе. Какое количество электричества  $Q$  протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление  $R$  кольца равно  $1 \text{ Ом}$ . Вертикальная составляющая индукции  $B$  магнитного поля Земли равна  $50 \text{ мкТл}$ .

10. По катушке индуктивностью  $L=0,03 \text{ мГн}$  течет ток  $I=0,6 \text{ А}$ . При размыкании цепи сила тока изменяется практически до нуля за время  $\Delta t=120 \text{ мкс}$ . Определить среднюю ЭДС самоиндукции  $\langle \varepsilon_i \rangle$ , возникающую в контуре.

11. С помощью реостата равномерно увеличивают силу тока в катушке на  $\Delta I=0,1 \text{ А}$  в  $1 \text{ с}$ . Индуктивность  $L$  катушки равна  $0,01 \text{ Гн}$ . Найти среднее значение ЭДС самоиндукции  $\langle \varepsilon_i \rangle$ .

12. Индуктивность  $L$  катушки равна  $2 \text{ мГн}$ . Ток частотой  $\nu=50 \text{ Гц}$ , протекающий по катушке, изменяется по синусоидальному закону. Определить среднюю ЭДС самоиндукции  $\langle \varepsilon_i \rangle$ , возникающую за интервал времени  $\Delta t$ , в течение которого ток в катушке изменяется от минимального до максимального значения. Амплитудное значение силы тока  $I_0=10 \text{ А}$ .

13. Соленоид индуктивностью  $L=4 \text{ мГн}$  содержит  $N=600$  витков. Определить магнитный поток  $\Phi$ , если сила тока  $I$ , протекающего по обмотке, равна  $12 \text{ А}$ .

#### *Энергия магнитного поля, колебательный контур.*

1. По обмотке соленоида индуктивностью  $L=0,2 \text{ Гн}$  течет ток  $I=10 \text{ А}$ . Определить энергию  $W$  магнитного поля соленоида.

2. Индуктивность  $L$  катушки (без сердечника) равна  $0,1 \text{ мГн}$ . При какой силе тока  $I$  энергия  $W$  магнитного поля равна  $100 \text{ мкДж}$ ?

3. Соленоид содержит  $N=1000$  витков. Сила тока  $I$  в его обмотке равна  $1 \text{ А}$ , магнитный поток  $\Phi$  через поперечное сечение соленоида равен  $0,1 \text{ мВб}$ . Вычислить энергию  $W$  магнитного поля.

4. При индукции  $B$  поля, равной  $1 \text{ Тл}$ , плотность энергии  $\omega$  магнитного поля в железе равна  $200 \text{ Дж/м}^3$ . Определить магнитную проницаемость  $\mu$ , железа в этих условиях.

5. Определить объемную плотность энергии  $\omega$  магнитного поля в стальном сердечнике, если индукция  $B$  магнитного поля равна  $0,5 \text{ Тл}$ \*

6. Найти плотность энергии  $\omega$  магнитного поля в железном сердечнике соленоида, если напряженность  $H$  намагничивающего поля равна  $1,6 \text{ кА/м}$ .

7. Катушка индуктивностью  $L=1 \text{ мГн}$  и воздушный конденсатор, состоящий из двух круглых пластин диаметром  $D=20 \text{ см}$  каждая, соединены параллельно. Расстояние  $d$  между пластинами равно  $1 \text{ см}$ . Определить период  $T$  колебаний.

8. Конденсатор электроемкостью  $C=500 \text{ пФ}$  соединен параллельно с катушкой длиной  $l=40 \text{ см}$  и площадью  $S$  сечения, равной  $5 \text{ см}^2$ . Катушка содержит  $N=1000$  витков. Сердечник немагнитный. Найти период  $T$  колебаний.

9. Катушка (без сердечника) длиной  $l=50 \text{ см}$  и площадью  $S_1$  сечения, равной  $3 \text{ см}^2$ , имеет  $N=1000$  витков и соединена параллельно с конденсатором. Конденсатор состоит из двух пластин площадью  $S_2=75 \text{ см}^2$  каждая. Расстояние  $d$  между пластинами равно  $5 \text{ мм}$ . Диэлектрик — воздух. Определить период  $T$  колебаний контура.

10. На какую длину волны  $\lambda$  будет резонировать контур, состоящий из катушки индуктивностью  $L=4 \text{ мкГн}$  и конденсатора электроемкостью  $C=1,11 \text{ нФ}$ ?

## 6. ОПТИКА

### Геометрическая оптика

1. На столе лежит лист бумаги. Луч света, падающий на бумагу под углом  $\varepsilon=30^\circ$ , дает на ней светлое пятно. Насколько сместится это пятно, если на бумагу положить плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной  $d=5$  см?

2. Луч падает под углом  $\varepsilon=60^\circ$  на стеклянную пластинку толщиной  $d=30$  мм. Определить боковое смещение  $\Delta x$ ; луча после выхода из пластинки.

3. Луч света переходит из среды с показателем преломления  $n_1$  в среду с показателем преломления  $n_2$ . Показать, что если угол между отраженным и преломленным лучами равен  $\pi/2$ , то выполняется условие  $\operatorname{tg}\varepsilon_1=n_2/n_1$  ( $\varepsilon_1$  — угол падения).

4. Луч света падает на грань призмы с показателем преломления  $n$  под малым углом. Показать, что если преломляющий угол  $\theta$  призмы мал, то угол отклонения  $\sigma$  лучей не зависит от угла падения и равен  $\theta(n-1)$ .

5. На тонкую линзу падает луч света. Найти построением ход луча после преломления его линзой: а) собирающей (рис. 28.7, а); б) рассеивающей (рис. 28,7 б). На рисунке:  $O$  — оптический центр линзы;  $F$  — главный фокус.

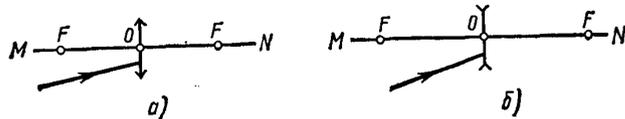


Рис. 28.7

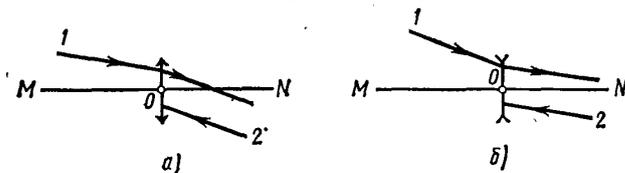


Рис. 28.8

6. На рис. 28.8, а, б, указаны положения главной оптической оси  $MN$  линзы и ход луча  $1$ . Построить \* ход луча  $2$  после преломления его линзой.

7. Линза, расположенная на оптической скамье между лампочкой и экраном, дает на экране резко увеличенное изображение лампочки. Когда Лампочку передвинули  $\Delta l=40$  см ближе к экрану, на нем появилось резко уменьшенное, изображение лампочки. Определить фокусное расстояние  $f$  линзы, если расстояние  $l$  от лампочки до экрана равно 80 см.

8. Каково наименьшее возможное расстояние  $l$  между предметом и его действительным изображением, создаваемым собирающей линзой с главным фокусным расстоянием  $f=12$  см?

9. Из стекла требуется изготовить плосковыпуклую линзу, оптическая сила  $\Phi$  которой равна 5 дптр. Определить радиус  $R$  кривизны выпуклой поверхности линзы.

10. Из двух часовых стекол с одинаковыми радиусами  $R$  кривизны, равными 0,5 м, склеена двояковогнутая «воздушная» линза. Какой оптической силой  $\Phi$  будет обладать такая линза в воде?

11. Тонкая линза, помещенная в воздухе, обладает оптической силой  $\Phi_1=5$  дптр, а в некоторой жидкости  $\Phi_2=-0,48$  дптр. Определить показатель преломления  $n_2$  жидкости, если показатель преломления  $n_1$  стекла, из которого изготовлена линза, равен 1,52.

12. Фокусное расстояние  $f_1$  объектива микроскопа равно 8 мм, окуляра  $f_2=4$  см. Предмет находится на  $\Delta a=0,5$  мм дальше от объектива, чем главный фокус. Определить увеличение  $\Gamma$  микроскопа.

### Фотометрия. Интерференция света

1. Определить силу света  $I$  точечного источника, полный световой поток  $\Phi$  которого равен 1 лм.

2. Лампочка, потребляющая мощность  $P=75$  Вт, создает на расстоянии  $r=3$  м при нормальном падении лучей освещенность  $E=8$  лк. Определить удельную мощность  $p$  лампочки (в ваттах на канделу) и световую отдачу  $\eta$  лампочки (в люменах на ватт).

3. На высоте  $h=3$  м над землей и на расстоянии  $r=4$  м от стены висит лампа силой света  $I=100$  кд. Определить освещенность  $E_1$  стены и  $E_2$  горизонтальной поверхности земли у линии их пересечения.

4. Над центром круглой площадки висит лампа. Освещенность  $E_1$  в центре площадки равна 40 лк,  $E_2$  на краю площадки равна 5 лк. Под каким углом в падают лучи на край площадки?

5. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний  $\nu=5 \cdot 10^{14}$  Гц уложится на пути длиной  $l=1,2$  мм: 1) в вакууме; 2) в стекле?

6. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной  $h=1$  мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом  $\varepsilon=30^\circ$ ?

7. Расстояние  $d$  между двумя когерентными источниками света ( $\lambda=0,5$  мкм) равно 0,1 мм. Расстояние  $b$  между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние  $l$  от источников до экрана.

8. При некотором расположении зеркала Ллойда ширина  $b$  интерференционной полосы на экране оказалась равной 1 мм. После того как зеркало сместили параллельно самому себе на расстояние  $\Delta d=0,3$  мм, ширина интерференционной полосы изменилась. В каком направлении и на какое расстояние  $\Delta l$  следует переместить экран, чтобы ширина интерференционной полосы осталась прежней? Длина волны  $\lambda$  монохроматического света равна 0,6 мкм.

9. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной  $d=1,2$  мкм и показателем преломления  $n=1,5$  помещена между двумя средами с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  (рис. 30.8). Свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм падает нормально на пластинку. Определить оптическую разность хода  $\Delta$  волн 1 и 2, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки, и указать, усиление или ослабление интенсивности света происходит при интерференции в следующих случаях: 1)  $n_1 < n < n_2$ ; 2)  $n_1 > n > n_2$ ; 3)  $n_1 < n > n_2$ ; 4)  $n_1 > n < n_2$ .

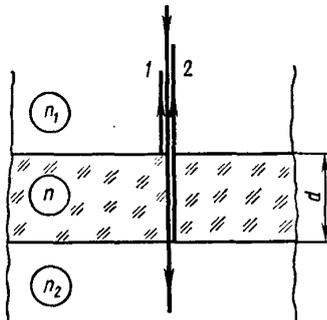


Рис. 30.8

10. На мыльную пленку ( $n=1,3$ ), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженный свет с длиной волны  $\lambda=0,55$  мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

11. Пучок монохроматических ( $\lambda=0,6$  мкм) световых волн падает под углом  $\varepsilon_1=30^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n=1,3$ ). При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженные световые волны будут максимально ослаблены интерференцией? максимально усилены?

12. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину  $d$  слоя воздуха там, где в отраженном свете ( $\lambda=0,6$  мкм) видно первое светлое кольцо Ньютона.

13. На экране наблюдается интерференционная картина от двух когерентных источников света с длиной волны  $\lambda=480$  нм. Когда на пути одного из пучков поместили тонкую пластинку из плавленого кварца с показателем преломления  $n=1,46$ , то интерференционная картина сместилась на  $m=69$  полос. Определить толщину  $d$  кварцевой пластинки.

14. В оба пучка света интерферометра Жамена были помещены цилиндрические трубки длиной  $l=10$  см, закрытые с обоих концов плоскопараллельными прозрачными пластинками; воздух из трубок был откачан. При этом наблюдалась интерференционная картина в виде светлых и темных полос. В одну из трубок был впущен водород, после чего интерференционная картина сместилась на  $m=23,7$  полосы. Найти показатель преломления  $n$  водорода. Длина волны  $\lambda$  света равна 590 нм.

## Дифракция света. Поляризация света

1. На щель шириной  $a=0,05$  мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Определить угол  $\varphi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

2. На щель шириной  $a=0,1$  мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,5$  мкм). За щелью помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой находится экран. Что будет наблюдаться на экране, если угол  $\varphi$  дифракции равен: 1)  $17'$ ; 2)  $43'$ .

3. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете ( $\lambda=0,6$  мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол  $\varphi=18^\circ$ ?

4. На дифракционную решетку, содержащую  $n=100$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол  $\Delta\varphi=20^\circ$ . Определить длину волны  $\lambda$  света.

5. Дифракционная решетка содержит  $n=200$  штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

6. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения ( $\lambda=147$  пм). Определить расстояние  $d$  между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом  $\vartheta=31^\circ 30'$  к поверхности кристалла.

7. Какова длина волны  $\lambda$  монохроматического рентгеновского излучения, падающего на кристалл кальцита, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается, когда угол  $\vartheta$  между направлением падающего излучения и гранью кристалла равен  $3^\circ$ ?

Расстояние  $d$  между атомными плоскостями кристалла принять равным  $0,3$  нм.

8. Параллельный пучок рентгеновского излучения падает на грань кристалла. Под углом  $\vartheta=65^\circ$  к плоскости грани наблюдается максимум первого порядка. Расстояние  $d$  между атомными плоскостями кристалла  $280$  пм. Определить длину волны  $\lambda$  рентгеновского излучения.

9. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом  $\varepsilon_1=54^\circ$ . Определить угол преломления  $\varepsilon_2$  пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

10. На какой угловой высоте  $\varphi$  над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?

11. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения  $\varepsilon_{\text{в}}$  отраженный свет полностью поляризован?

12. Анализатор в  $k=2$  раза уменьшает интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора. Определить угол  $\alpha$  между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора. Потери интенсивности света в анализаторе пренебречь.

## 7. КВАНТОВООПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ. ФИЗИКА АТОМА

1. Определить температуру  $T$ , при которой энергетическая светимость  $M_e$  черного тела равна  $10$  кВт/м<sup>2</sup>.

2. Поток энергии  $\Phi_e$ , излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен  $34$  Вт. Определить температуру  $T$  печи, если площадь отверстия  $S = 6$  см<sup>2</sup>.

3. Определить энергию  $W$  излучаемую за время  $t = 1$  мин из смотрового окошка площадью  $S=8$  см<sup>2</sup> плавильной печи, если ее температура  $T=1,2$  кК.

4. Можно условно принять, что Земля излучает как серое тело, находящееся при температуре  $T=280$  К. Определить коэффициент теплового излучения  $\varepsilon$  Земли, если энергетическая светимость  $M_e$  ее поверхности равна  $325$  кДж/(м<sup>2</sup>\*ч).

5. На какую длину волны  $\lambda_m$  приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости  $(M_{\lambda,T})_{\text{max}}$  черного тела при температуре  $t=0^\circ\text{C}$ ?

6. Определить температуру  $T$  черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости  $(M_{\lambda,T})_{\text{max}}$  приходится на красную границу видимого спектра

( $\lambda_1 = 750$  нм); на фиолетовую ( $\lambda_2 = 380$  нм).

7. Максимальная спектральная плотность энергетической светимости  $(M_{\lambda,T})_{max}$  черного тела равна  $4,16 \cdot 10^{11}$  (Вт/м<sup>2</sup>)/м. На какую длину волны  $\lambda_m$  она приходится?

8. Температура  $T$  черного тела равна 2 кК. Определить:

1) спектральную плотность энергетической светимости  $(M_{\lambda,T})$  для длины волны  $\lambda = 600$  нм; 2) энергетическую светимость  $M_e$  в интервале длин волн от  $\lambda_1 = 590$  нм до  $\lambda_2 = 610$  нм. Принять, что средняя спектральная плотность энергетической светимости тела в этом интервале равна значению, найденному для длины волны  $\lambda = 600$  нм.

9. Определить работу выхода  $A$  электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_0 = 500$  нм.

10. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_0 = 307$  нм и максимальная кинетическая энергия  $T_{max}$  фотоэлектрона равна 1 эВ?

11. На поверхность лития падает монохроматический свет ( $\lambda = 310$  нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов  $U$  не менее 1,7 В. Определить работу выхода  $A$ .

12. Определить длину волны  $\lambda$  ультрафиолетового излучения, падающего на поверхность некоторого металла, при максимальной скорости фотоэлектронов, равной 10 Мм/с. Работой выхода электронов из металла пренебречь.

13. Определить максимальную скорость  $v_{max}$  фотоэлектронов, вылетающих из металла под действием  $\gamma$ -излучения с длиной волны  $\lambda = 0,3$  нм.

14. Определить поверхностную плотность  $I$  потока энергии излучения, падающего на зеркальную поверхность, если световое давление  $p$  при перпендикулярном падении лучей равно 10 мкПа.

15. На зеркальце с идеально отражающей поверхностью площадью  $S = 1,5$  см<sup>2</sup> падает нормально свет от электрической дуги. Определить импульс  $p$ , полученный зеркальцем, если поверхностная плотность потока излучения  $\phi$ , падающего на зеркальце, равна 0,1 МВт/м<sup>2</sup>. Продолжительность облучения  $t = 1$  с.

16. Определить длину волны  $\lambda$ , массу  $m$  и импульс  $p$  фотона с энергией  $\epsilon = 1$  МэВ. Сравнить массу этого фотона с массой покоящегося электрона.

17. Определить длину волны  $\lambda$  фотона, импульс которого равен импульсу электрона, обладающего скоростью  $v = 10$  Мм/с.

18. Монохроматическое излучение с длиной волны  $\lambda = 500$  нм падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой  $F = 10$  нН. Определить число  $N_1$  фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.

19. Вычислить радиусы  $r_2$  и  $r_3$  второй и третьей орбит в атоме водорода.

20. Определить скорость  $v$  электрона на второй орбите атома водорода.

21. Определить частоту обращения электрона на второй орбите атома водорода.

22. Определить потенциальную  $\Pi$ , кинетическую  $T$  и полную  $E$  энергии электрона, находящегося на первой орбите атома водорода.

23. Определить длину волны  $\lambda$ , соответствующую третьей спектральной линии в серии Бальмера.

24. Найти наибольшую  $\lambda_{max}$  наименьшую  $\lambda_{min}$  длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена).

25. Вычислить длину волны  $\lambda$ , которую испускает ион гелия  $He^+$  при переходе со второго энергетического уровня на первый. Сделать такой же подсчет для иона лития  $Li^{++}$ .

26. Определить скорость  $v$  электронов, падающих на антикатод рентгеновской трубки, если минимальная длина волны  $\lambda_{min}$  в сплошном спектре рентгеновского излучения равна 1 нм.

27. Определить коротковолновую границу  $\lambda_{min}$  сплошного спектра рентгеновского излучения, если рентгеновская трубка работает под напряжением  $U = 30$  кВ.

28. Вычислить наибольшую длину волны  $\lambda_{max}$  в К-серии характеристического рентгеновского спектра скандия.

29. Рентгеновская трубка работает под напряжением  $U = 1$  МВ. Определить наименьшую длину волны  $\lambda_{min}$  рентгеновского излучения.

## 8. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ. СТРОЕНИЕ АТОМНЫХ ЯДЕР. РАДИОАКТИВНОСТЬ.

1. Зная постоянную Авогадро  $N_A$ , определить массу  $m_a$  нейтрального атома углерода  $^{12}\text{C}$  и массу  $m$ , соответствующую углеродной единице массы.
2. Хлор представляет собой смесь двух изотопов с относительными атомными массами  $A_{r1}=34,969$  и  $A_{r2}=36,966$ . Вычислить относительную атомную массу  $A_r$  хлора, если массовые доли  $\omega_1$  и  $\omega_2$  первого и второго изотопов соответственно равны 0,754 и 0,246.
3. Бор представляет собой смесь двух изотопов с относительными атомными массами  $A_{r1}=10,013$  и  $A_{r2}=11,009$ . Определить массовые доли  $\omega_1$  и  $\omega_2$  первого и второго изотопов в естественном боре. Относительная атомная масса  $A_r$  бора равна 10,811.
4. Ядро радия  $^{226}_{88}\text{Ra}$  выбросило  $\alpha$ -частицу (ядро атома гелия  $^4_2\text{He}$ ). Найти массовое число  $A$  и зарядовое число  $Z$  вновь образовавшегося ядра. По таблице Д. И. Менделеева определить, какому элементу это ядро соответствует.
5. Ядро азота  $^{14}_7\text{N}$  захватило  $\alpha$ -частицу и испустило протон. Определить массовое число  $A$  и зарядовое число  $Z$  образовавшегося в результате этого процесса ядра. Указать, какому элементу это ядро соответствует.
6. В ядре изотопа углерода  $^{14}_6\text{C}$  один из нейтронов превратился в протон ( $\beta^-$ -распад). Какое ядро получилось в результате такого превращения?
7. Ядро плутония  $^{238}_{94}\text{Pu}$  испытало шесть последовательных  $\alpha$ -распадов. Написать цепочку ядерных превращений с указанием химических символов, массовых и зарядовых чисел промежуточных ядер и конечного ядра.
8. Постоянная распада  $\lambda$  рубидия  $^{89}\text{Rb}$  равна  $0,00077 \text{ c}^{-1}$ . Определить его период полураспада  $T_{1/2}$ .
9. Какая часть начального количества атомов радиоактивного актиния  $^{225}\text{Ac}$  останется через 5 сут? через 15 сут?
10. За какое время  $t$  распадается  $1/4$  начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада  $T_{1/2}=24 \text{ ч}$ ?
11. При распаде радиоактивного полония  $^{210}\text{Po}$  в течение времени  $t=1 \text{ ч}$  образовался гелий  $^4\text{He}$ , который при нормальных условиях занял объем  $V=89,5 \text{ см}^3$ . Определить период полураспада  $T_{1/2}$  полония.
12. Определить число  $N$  атомов, распадающихся в радиоактивном изотопе за время  $t=10 \text{ с}$ , если его активность  $A=0,1 \text{ МБк}$ . Считать активность постоянной в течение указанного времени.
13. За время  $t=1 \text{ сут}$  активность изотопа уменьшилась от  $A_1=118 \text{ ГБк}$  до  $A_2=7,4 \text{ ГБк}$ . Определить период полураспада  $T_{1/2}$  этого нуклида.
14. Какая доля  $\omega$  всех молекул воздуха при нормальных условиях ионизируется рентгеновским излучением при экспозиционной дозе  $X=258 \text{ мкКл/кг}$ ?
15. Воздух при нормальных условиях облучается  $\gamma$ -излучением. Определить энергию  $W$ , поглощаемую воздухом массой  $m=5 \text{ г}$  при экспозиционной дозе излучения  $X=258 \text{ мк Кл/кг}$ .
16. Под действием космических лучей в воздухе объемом  $V=1 \text{ см}^3$  на уровне моря образуется в среднем  $N=120$  пар ионов за промежуток времени  $\Delta t = 1 \text{ мин}$ . Определить экспозиционную дозу  $X$  излучения, действию которого подвергается человек за время  $t = 1 \text{ сут}$ .
17. Используя известные значения масс нейтральных атомов  $^1_1\text{H}$ ,  $^2_1\text{H}$ ,  $^{12}_6\text{C}$  и электрона, определить массы  $m_p$  протона,  $m_\alpha$  ядра  $^{12}_6\text{C}$ .
18. Определить дефект массы  $\Delta m$  и энергию связи  $E_{св}$  ядра атома тяжелого водорода.
19. Определить удельную энергию связи  $E_{уд}$  ядра  $^{12}_6\text{C}$ .
20. Энергия связи  $E_{св}$  ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна  $7,72 \text{ МэВ}$ . Определить массу  $m_a$  нейтрального атома, имеющего это ядро.
21. Определить энергию  $E$ , которая выделится при образовании из протонов и нейтронов

ядер гелия  ${}^4_2\text{He}$  массой  $m=1$  г.

**22.** Какую наименьшую энергию связи  $E$  нужно затратить, чтобы разделить ядро  ${}^4_2\text{He}$  на две одинаковые части?

**23.** Определить наименьшую энергию  $E$ , необходимую для разделения ядра углерода  ${}^{12}_6\text{C}$  на три одинаковые части.

## 9. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА МИКРОЧАСТИЦ

**1.** Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  характеризующую волновые свойства электрона, если его скорость  $v = 1$  Мм/с. Сделать такой же подсчет для протона.

**2.** Электрон движется со скоростью  $v = 200$  Мм/с. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$ , учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.

**3.** Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  электрона, если его кинетическая энергия  $T = 1$  кэВ.

**4.** Найти длину волны де Бройля  $\lambda$  протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов  $U$ : 1) 1 кВ; 2) 1 МВ.

**5.** Электрон движется по окружности радиусом  $r = 0,5$  см в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 8$  мТл. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  электрона.

**6.** Определить неточность  $\Delta x$  в определении координаты электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью  $v = 1,5 \cdot 10^6$  м/с, если допускаемая неточность  $\Delta v$  в определении скорости составляет 10 % от ее величины. Сравнить полученную неточность с диаметром  $d$  атома водорода, вычисленным по теории Бора для основного состояния, и указать, применимо ли понятие траектории в данном случае.

**7.** Электрон с кинетической энергией  $T = 15$  эВ находится в металлической пылинке диаметром  $d = 1$  мкм. Оценить относительную неточность  $\Delta v$ , с которой может быть определена скорость электрона.

**8.** Написать уравнение Шредингера для линейного гармонического осциллятора. Учесть, что сила, возвращающая частицу в положение равновесия,  $f = -\beta x$  (где  $\beta$  — коэффициент пропорциональности,  $x$  — смещение).

**9.** Временная часть уравнения Шредингера имеет вид

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = E\Psi \quad \text{Найти решение уравнения.}$$

**10.** Может ли  $[\psi(x)]^2$  быть больше единицы?

**11.** Электрон находится в бесконечно глубоком прямоугольном одномерном потенциальном ящике шириной  $l$  (рис. 46.4). Написать уравнение Шредингера и его решение (в тригонометрической форме) для области  $II$  ( $0 < x < l$ ).

**12.** Электрон находится в потенциальном ящике шириной  $l = 0,5$  им. Определить наименьшую разность  $\Delta E$  энергетических уровней электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.

**13.** Частица в потенциальном ящике шириной  $l$  находится в возбужденном состоянии ( $n = 2$ ). Определить, в каких точках интервала ( $0 < x < l$ ) плотность вероятности  $[\psi_2(x)]^2$  нахождения частицы максимальна и минимальна.

**14.** Электрон находится в потенциальном ящике шириной  $l$ . В каких точках в интервале ( $0 < x < l$ ) плотность вероятности нахождения электрона на первом и втором энергетических уровнях одинакова? Вычислить плотность вероятности для этих точек. Решение пояснить графически.

## ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

### Некоторые астрономические величины

Радиус Земли. . . . .	$6,37 \cdot 10^6$ м
Масса Земли. . . . .	$5,98 \cdot 10^{24}$ кг
Радиус Солнца. . . . .	$6,95 \cdot 10^8$ м
Масса Солнца. . . . .	$1,98 \cdot 10^{30}$ кг
Радиус Луны. . . . .	$1,74 \cdot 10^6$ м
Масса Луны. . . . .	$7,33 \cdot 10^{30}$ кг
Расстояние от центра Земли до центра Солнца. . . . .	$1,49 \cdot 10^{11}$ м
То же, до центра Луны. . . . .	$3,84 \cdot 10^8$ м
Период обращения Луны вокруг Земли. . . . .	$27,3 \text{ сут} = 2,36 \cdot 10^6$ с

### Диэлектрическая проницаемость $\epsilon$

Вода. . . . .	81
Масло(трансформаторное) . . . . .	2,2
Парафин. . . . .	2,0
Слюда. . . . .	7,0
Стекло. . . . .	7,0
Фарфор. . . . .	5,0
Эбонит. . . . .	3,0

### Удельное сопротивление $\rho$ и температурный коэффициент $\alpha$ проводников

Вещество	$\rho$ при 20 <sup>0</sup> С, нОм·м	$\alpha$ , <sup>0</sup> С <sup>-1</sup>
Железо	98	$6,2 \cdot 10^{-3}$
Медь	17	$4,2 \cdot 10^{-3}$
Алюминий	26	$3,6 \cdot 10^{-3}$
Графит	$3,9 \cdot 10^3$	$-0,8 \cdot 10^3$

### Показатели преломления $n$

Алмаз. . . . .	2,42
Вода. . . . .	1,33
Масло коричное. . . . .	1,60
Сероуглерод. . . . .	1,63
Стекло. . . . .	1,50

*Примечание.* Показатели преломления стекла зависят от сорта стекла и длины волны проходящего через него излучения. Поэтому приведенное здесь значение показателя преломления следует рассматривать как условное и использовать его только в том случае, когда он не указан в условии задачи.

### Работа выхода электронов из металла

Металл	А, эВ	А · 10 <sup>-19</sup> , Дж
Калий	2,2	3,5
Литий	2,3	3,7
Натрий	2,5	4,0
Платина	6,3	10,1
Серебро	4,7	7,5
Цинк	4,0	6,4

### Масса нейтральных атомов

Элемент	Порядковый мер	но-	Изоотоп	Масса, а.е.м.
---------	----------------	-----	---------	---------------

(Нейтрон)	0	N	1,00867
Водород	1	<sup>1</sup> H	1,00783
		<sup>2</sup> H	2,01410
		<sup>3</sup> H	3,01605
Гелий	2	<sup>3</sup> He	3,01603
		<sup>4</sup> He	4,00260
Литий	3	<sup>6</sup> Li	6,01513
		<sup>7</sup> Li	7,01601
Бериллий	4	<sup>7</sup> Be	7,01693
		<sup>9</sup> Be	9,01219
		<sup>10</sup> Be	10,01354
Бор	5	<sup>9</sup> B	9,01333
		<sup>10</sup> B	10,01294
		<sup>11</sup> B	11,00931
Углерод	6	<sup>10</sup> C	10,00168
		<sup>12</sup> C	12,00000
		<sup>13</sup> C	13,00335
		<sup>14</sup> C	14,00324
Азот	7	<sup>13</sup> N	13,00574
		<sup>14</sup> N	14,00307
		<sup>15</sup> N	15,00011
Кислород	8	<sup>16</sup> O	15,99491
		<sup>17</sup> O	16,99913
		<sup>18</sup> O	17,99916
Фтор	9	<sup>19</sup> F	18,99840
Натрий	11	<sup>22</sup> Na	21,99444
		<sup>23</sup> Na	22,98977
Магний	12	<sup>23</sup> Mg	22,99414
Алюминий	13	<sup>30</sup> Al	29,99817
Кремний	14	<sup>31</sup> Si	30,97535
Фосфор	15	<sup>31</sup> P	30,97376
Калий	19	<sup>39</sup> K	38,96184
Кальций	20	<sup>40</sup> Ca	39,96259
Свинец	82	<sup>206</sup> Pb	205,97446
Полоний	84	<sup>210</sup> Po	209,98297

### Масса и энергия покоя некоторых элементарных частиц и легких ядер

Частица	Масса		Энергия	
	m <sub>0</sub> , кг	m <sub>0</sub> а.е.м.	E <sub>0</sub> , Дж	E <sub>0</sub> , МэВ
Электрон	9,11 · 10 <sup>-31</sup>	0,00055	8,161 · 10 <sup>-14</sup>	0,511
Нейтральный мезон	2,41 · 10 <sup>-28</sup>	0,145261	—	135
Протон	1,67 · 10 <sup>-27</sup>	1,00728	1,50 · 10 <sup>-10</sup>	938
Нейтрон	1,68 · 10 <sup>-27</sup>	1,00867	1,5 · 10 <sup>-10</sup>	939
Дейтон	3,35 · 10 <sup>-27</sup>	2,01355	3,00 · 10 <sup>-10</sup>	1876
α-Частица	6,64 · 10 <sup>-27</sup>	4,00149	5,96 · 10 <sup>-10</sup>	3733

### Период полураспада радиоактивных изотопов

Изотоп	Символ изотопа	Тип распада	Период полураспада
Актиний	<sup>225</sup> <sub>89</sub> Ac	α	10 сут
Йод	<sup>131</sup> <sub>53</sub> I	β <sup>-</sup> , γ	8 сут
Иридий	<sup>192</sup> <sub>77</sub> Ir	β <sup>-</sup> , γ	75 сут
Кобальт	<sup>60</sup> <sub>27</sub> Co	β <sup>-</sup> , γ	5,3 года

Магний	${}_{12}^{27}Mg$	$\beta^-$	10 мин
Радий	${}_{88}^{219}Ra$	$\alpha$	$10^{-3}$ с
Радий	${}_{88}^{226}Ra$	$\alpha, \gamma$	$1,62 \cdot 10^3$ лет
Радон	${}_{86}^{222}Rn$	$\alpha$	3,8 сут
Стронций	${}_{38}^{90}Sr$	$\beta^-$	28 лет
Торий	${}_{90}^{229}Th$	$\alpha, \gamma$	$7 \cdot 10^3$ лет
Уран	${}_{92}^{238}U$	$\alpha, \gamma$	$4,5 \cdot 10^9$ лет
Фосфор	${}_{15}^{32}P$	$\beta^-$	14,3 сут
Натрий	${}_{11}^{22}Na$	$\gamma$	2,6 года

$$1 \text{ рад/ч} = 2,78 \cdot 10^{-6} \text{ Гр/с}$$

Экспозиционная доза рентгеновского и гамма-излучений

$$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$$

Мощность экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучения

$$1 \text{ Р/мин} = 4,30 \cdot 10^{-6} \text{ А/кг}$$

$$1 \text{ Р/ч} = 7,17 \cdot 10^{-8} \text{ А/кг}$$

Активность нуклида в радиоактивном источнике (активность изотопа)

$$1 \text{ расп./с} = 1 \text{ Бк}$$

$$1 \text{ Ки} = 3,70 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$$



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»**

Технологический факультет

Кафедра селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии

Методические указания для лабораторных работ  
студентов по дисциплине

**«Химия»**

**Уровень профессионального образования: бакалавриат**

**Направление подготовки: 23.03.01 «Технология транспортных  
процессов»**

**Профиль: Организация перевозок на автомобильном транспорте**

**Квалификация выпускника: Бакалавр**

Рязань, 2023

**Химия:** методические указания для лабораторных работ студентов направления подготовки: 23.03.01 «Технология транспортных процессов». – Сост.: С.Д. Полищук, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань, РГАТУ, 2023. – 35 с.

Рецензент: д.б.н, профессор кафедры общей химии с курсом биорганической и органической химии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России Чурилов Г.И.

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС и рабочей программой учебной дисциплины «Химия» по направлению подготовки: 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Данные методические указания являются необходимой составной частью учебно-методического комплекса по дисциплине «Химия» и включают описание основных 9 лабораторных работ. Их последовательность соответствует расположению основных разделов курса химии в рабочих программах по химии. Описанию лабораторных работ предшествуют небольшие теоретические введения, а завершают их задания для выполнения по данной теме и контрольные вопросы для самопроверки. В приложение включены справочные таблицы, необходимые при решении задач и выполнении лабораторных работ.

Указания содержат общие правила работы в химической лаборатории, технику безопасности, порядок оформления отчетов по лабораторным работам, а также список рекомендованной литературы.

Разработчик:

профессор кафедры селекции и семеноводства,

агрохимии, лесного дела и экологии

(должность, кафедра)

(подпись)

Полищук С.Д.

(Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «22» мая 2023 г., протокол № 8

Зав. кафедрой селекции и семеноводства,

агрохимии, лесного дела и экологии

Г.Н. Фадькин

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по курсу дисциплины «Химия» для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов». Методические указания дают основу теоретических знаний, необходимых для выполнения лабораторных работ, а также знакомят с методиками экспериментов и расчетов.

На лабораторных занятиях студенты углубляют теоретические знания и овладевают навыками и техникой химического эксперимента. Без умения экспериментировать даже при совершенном овладении теорией не может быть полноценного специалиста любых отраслей АПК. Это умение не является природным даром, а вырабатывается практикой.

К выполнению лабораторных работ допускаются студенты после инструктажа и проверки преподавателем правил работы и техники безопасности в химической лаборатории. Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим введением и методиками, после выполнения – подготовить отчет по работе.

Методические указания составлены в соответствии с государственным стандартом и рабочими программами по «Химии» для студентов очной и заочной форм обучения. Предназначены для проведения лабораторно-практических занятий студентов по основным разделам дисциплины «Химия». В приложении приведены основные физические и химические величины, а также перечень химических понятий, необходимых для изучения неорганической химии. Представлен список рекомендуемой литературы.

Методические указания ориентированы на процесс освоения учебной дисциплины «Химия» и формирование у обучающихся следующей компетенции:

Таблица 2 - Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК- 1.1. Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности; ОПК-1.2. Умеет использовать знания основных законов математических и естественных наук, методы математического анализа и моделирования для решения стандартных задач в профессиональной деятельности

## **2. Порядок работы в химической лаборатории**

Студенты допускаются к работе в лаборатории общего практикума только после инструктажа по технике безопасности и получения зачета по правилам работы в химической лаборатории и техники безопасности.

Студенты обязаны расписаться в журнале в том, что они ознакомлены с правилами техники безопасности работ и обязуются их выполнять.

### **3. Правила безопасности при работе студентов в химической лаборатории**

1. Перед началом лабораторной работы необходимо внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием, реактивами и правилами безопасности при выполнении данного задания.

2. Химические реакции проводят с таким количеством реагентов указанной концентрации и в тех приборах и посуде, которые указаны в руководстве. При этом необходимо решить вопрос о том (если это не указано в руководстве), где следует проводить опыт: на лабораторном столе или в вытяжном шкафу.

3. На лабораторном столе выполняются опыты, которые не представляют опасности для работающего.

4. В вытяжном шкафу выполняются все опыты с ядовитыми, неприятно пахнущими веществами, с концентрированными кислотами и щелочами. Эти вещества должны находиться в вытяжном шкафу и выносить их на лабораторные столы запрещается.

5. Разбавление концентрированных кислот производится в вытяжном шкафу в тонкостенной химической посуде, при этом кислота вливается в воду небольшими порциями и при перемешивании особую осторожность нужно соблюдать при разбавлении серной кислоты (сильный разогрев!).

6. При работе с электроприборами (электрические плитки, муфельные печи, сушильные шкафы и др.) нужно обращать внимание на их исправность, правильную изоляцию контактов, заземление. Нельзя использовать приборы с оголенными контактами, неисправными вилками и т.п.

7. В лаборатории категорически запрещается принимать пищу.

8. При проведении опытов нельзя отвлекаться от основной работы и оставлять приборы без наблюдения.

9. Запрещается исследовать запах газа, выделяющегося при реакции, непосредственно из реакционного сосуда. Нужно осторожно движением руки направить на себя воздух с примесью этого газа.

### **4. Правила пользования реактивами, посудой**

1. Если необходимо провести пробирочную реакцию с растворами веществ, то при помощи пипетки отбирается небольшое количество раствора и вводится в пробирку. При этом нельзя глубоко опускать пипетку в пробирку и касаться стенок пробирки кончиком пипетки.

Если в руководстве не указаны количества веществ, необходимых для выполнения опыта, то брать их нужно в малом количестве (1/6 объема пробирки). Если раствора окажется в пробирке больше, чем нужно, то обратно в склянку этот раствор выливать нельзя.

2. При работе с сухими веществами необходимо брать их специальной ложечкой или шпателем. После использования шпатель тщательно обтереть фильтровальной бумагой и только тогда можно брать другую порцию реактива.

Если в руководстве не указано количество сухого вещества, то брать его нужно в малом количестве (должно быть закрыто дно пробирки). Если сухого реактива оказалось в избытке, то обратно в склянку высыпать реактив нельзя!

3. При нагревании раствора, содержащегося в пробирке, необходимо соблюдать следующие правила: пробирка вносится в пламя при помощи специального держателя; отверстие пробирки должно быть направлено в сторону от себя и от других работающих

рядом сотрудников; необходимо производить легкое перемешивание жидкости в пробирке.

4. При нагревании сухого вещества, содержащегося в пробирке, также соблюдаются указанные правила.

5. Растворы, осадки, содержащие соединения серебра и других редких металлов, нельзя выливать в канализацию, а нужно сливать в специальные сосуды для сбора остатков этих солей.

6. Остатки крепких кислот выливают в специальные банки для слива..

7. В лаборатории необходимо соблюдать тишину и дисциплину.

8. После окончания работы следует вымыть посуду и привести в порядок рабочее место.

### **5. Оказание первой помощи в лаборатории при несчастных случаях**

При несоблюдении правил техники безопасности в лаборатории возможны следующие поражения: легкое отравление хлором, окисью углерода и др. легкие ожоги от нагревательных приборов, порезы стеклом, поражения концентрированных кислотами и щелочами.

Во всех случаях поражения необходимо немедленно обратиться к преподавателю или лаборанту, у которых есть телефон и аптечка.

1. При порезах стеклом нужно удалить осколки из ранки, смазать ее йодом и перевязать.

2. При ожоге рук или лица серной кислотой необходимо быстро смыть кислоту большим количеством воды, а затем 10%-ым раствором соды.

3. Попавшую на лицо или руки щелочь нужно смыть большим количеством воды (пока кожа не перестанет быть скользкой). Затем промывают раствором уксусной кислоты.

4. При отравлении хлором, сероводородом и др. немедленно вывести пострадавшего на чистый воздух.

5. При ожогах глаз концентрированными кислотами нужно тщательно промыть глаза большим количеством воды, затем 2% раствором  $\text{NaHCO}_3$  (питьевая сода). Затем немедленно обратиться к врачу.

6. При ожогах глаз крепкими щелочами:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  нужно после тщательного промывания глаз водой промыть их слабой кислотой (2% раствором борной или уксусной кислоты). Необходимо срочно обратиться к врачу.

Все лабораторные работы проводятся под контролем преподавателя или лаборанта.

### **6. Оформление лабораторных работ**

Каждый студент оформляет отчет по выполненной лабораторной работе в соответствии с рекомендуемой формой:

- 1) дата выполнения;
- 2) название лабораторной работы;
- 3) цель данной работы;
- 4) название опыта;
- 5) наблюдения, уравнения реакций, схемы приборов, расчеты, таблицы, графики;
- 6) выводы;
- 7) используемая литература;
- 8) домашнее задание.

В большинстве лабораторных работ необходимо проводить расчеты. Для числовых значений рассчитываемых величин достаточно 3–4 значащих цифры (число знаков, стоящих после предшествующих им нулей).

Для учета отклонения результатов измерений от истинных значений проводят расчет ошибок, для этого необходимо получить не менее трех результатов измерений. Среднее арифметическое этих значений наилучшим приближением к истинному значению.

При обработке результатов отдельных измерений следует определять абсолютную и относительную ошибки данной величины. Абсолютная ошибка показывает, на сколько данная величина больше или меньше истинной; отношение этой ошибки к истинной величине, умноженной на 100, дает относительную ошибку (%).

В ряде лабораторных работ результаты измерений представляют в виде графиков. Их строят на миллиметровой бумаге и клеивают в отчет. Около осей координат указывают буквенные обозначения величин и их единицы измерений. Через равные интервалы на оси наносят деления в соответствующем масштабе, но не менее трех и не более 6–8. Масштаб выбирают так, чтобы кривая полученной зависимости занимала почти всю площадь графика и не была прижата к одной из осей координат или расположена на каком-то небольшом участке. Против делений на осях ставят числовые значения измеряемой величины. Кривую проводят через точки, руководствуясь не только их расположением, но теоретическими соображениями о виде полученной зависимости. Например, если известно, что исследуемая зависимость линейная, то проводят прямую, хотя экспериментальные точки могут несколько отличаться от нее вследствие погрешности эксперимента.

**Лабораторная работа № 1. Строение атома. Заполнение энергетических уровней.**  
**Описание свойств элементов по положению в П.С.Э.**

**Тема 1. «Квантово-механическая модель строения атома»**

**Цель: Сформировать современные представления о строении атома, изучить его влияние на свойства элементов и их соединений, изучить систему квантовых чисел для характеристики энергетического состояния электрона в атоме.**

Индивидуальные задания выполняются по варианту, номер которого совпадает с порядковым номером фамилии студента в журнале группы. При выполнении заданий следует использовать Периодическую таблицу Д.И. Менделеева, справочную и учебную литературу по химическим свойствам элементов и их соединений.

**Задание №1.** Для трех элементов с порядковыми номерами  $Z_1$ ,  $Z_2$  и  $Z_3$  составьте полные электронные конфигурации атомов. Подчеркните валентные электроны. Укажите, к каким электронным семействам ( $s$ -,  $p$ -,  $d$ - или  $f$ -) относятся данные элементы. Исходя из положения в Периодической системе элементов, кратко опишите химические свойства подчеркнутого элемента (металлические или неметаллические, возможные степени окисления, формулу высшего гидроксида и др.).

Таблица 2

№	$Z_1, Z_2, Z_3$	№	$Z_1, Z_2, Z_3$	№	$Z_1, Z_2, Z_3$	№	$Z_1, Z_2, Z_3$
1	42, 49, 88	9	52, 60, 74	17	39, 61, 80	25	34, 42, 101
2	46, 59, 84	10	51, 56, 105	18	41, 72, 94	26	55, 65, 89
3	47, 51, 104	11	57, 66, 86	19	36, 69, 89	27	35, 57, 100
4	55, 77, 90	12	38, 72, 92	20	57, 97, 107	28	57, 66, 86
5	40, 54, 85	13	43, 79, 89	21	56, 62, 82	29	48, 53, 78
6	48, 53, 78	14	45, 87, 91	22	53, 65, 106	30	39, 61, 80
7	50, 70, 81	15	37, 75, 93	23	33, 64, 72	31	51, 56, 105
8	44, 73, 83	16	35, 63, 103	24	46, 55, 94	32	46, 59, 84

**Задание №3.** Полная электронная формула атома. По валентным электронам атома, указанным в Вашем варианте, определите его порядковый номер и символ, представьте полную электронную конфигурацию этого атома.

Таблица 3

№	Внешние электроны	№	Внешние электроны	№	Внешние электроны	№	Внешние электроны
1	$4f^2 5d^0 6s^2$	9	$5f^2 6d^1 7s^2$	17	$5s^2 5p^3$	25	$6s^2$
2	$5d^{10} 6s^1$	10	$6s^2 6p^1$	18	$4s^2 4p^4$	26	$4d^{10} 5s^1$
3	$5s^2$	11	$4f^7 5d^0 6s^2$	19	$6s^2 6p^6$	27	$5f^8 6d^1 7s^2$
4	$6s^2 6p^4$	12	$5s^2 5p^6$	20	$5d^{10} 6s^1$	28	$4d^5 5s^1$
5	$4d^{10} 5s^2$	13	$6s^2 6p^3$	21	$7s^1$	29	$5f^7 6d^1 7s^2$
6	$7s^2$	14	$5f^4 6d^1 7s^2$	22	$5s^2 5p^2$	30	$6s^1$
7	$5d^7 6s^2$	15	$4d^2 5s^2$	23	$4d^8 5s^1$	31	$6s^2 6p^3$
8	$4d^3 5s^2$	16	$5f^3 6d^1 7s^2$	24	$5s^2 5p^4$	32	$5d^{10} 6s^2$

**Контрольные вопросы:**

1. На чем основана квантово-механическая модель строения атома?
2. Дайте определение атому, из чего он состоит?
3. Строение многоэлектронных атомов.
4. Принцип Паули, правило Гунда, правила Клечковского.
5. Электронные конфигурации атомов, электронные формулы атомов и ионов?

**Библиографический список:**

1. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов. / Под ред. А.И. Ермакова. М.: Интеграл-Пресс, 2009. С. 55-105.

2. Третьяков Ю.Д., Тамм М.Е. Неорганическая химия Том 1: учебник для студ. высш. уч. заведений. М.: издательский центр «Академия», 2004. – С. 119-133.

## **Тема №2. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева**

Периодичность (или повторяющееся изменение отличительных характеристик предметов и явлений) – это неотъемлемое свойство движущейся материи, позволяющее с помощью ограниченного набора элементов реализовать бесконечное многообразие Природы. Однако только в химии это фундаментальное положение естествознания сформулировано в 1869 году Дмитрием Ивановичем Менделеевым как Периодический закон. Сейчас хорошо известно, что причиной периодического изменения химических свойств простых и сложных веществ является сходство в строении внешних (валентных) электронных оболочек атомов.

В электронейтральном атоме число электронов совпадает с зарядом атомного ядра, который определяется числом протонов  $p$ . В свою очередь, заряд атомного ядра совпадает с порядковым номером элемента. Современная формулировка Периодического закона Д.И. Менделеева отражает эти закономерности: «Свойства атомов, а также соединений, ими образуемых, находятся в периодической зависимости от порядкового номера элемента в Периодической таблице».

К периодически изменяющимся относятся кислотно-основные и окислительные свойства веществ, радиусы атомов и ионов, энергии ионизации, характер химических связей и др. Как показывают расчеты по формулам (6) и (7), у элементов, относящихся к одной подгруппе Периодической системы элементов Д.И. Менделеева, эффективный заряд ядра приблизительно одинаков, в результате чего по мере возрастания порядкового номера элемента радиус атомов, как правило, последовательно увеличивается, а энергия электрона – уменьшается.

При переходе слева направо вдоль каждого периода радиус атомов постепенно уменьшается, поскольку в пределах одного периода число заселённых энергетических уровней остаётся постоянным, средний радиус электронов любого энергетического уровня, определяемый преимущественно главным квантовым числом  $n$  также мало изменяется, а заряд ядра последовательно возрастает.

Энергию связи внешних электронов с атомным ядром характеризует энергия (потенциал) ионизации  $I_i$ . Для свободного атома – это первый потенциал ионизации  $I_1$ , для однозарядного катиона – второй  $I_2$ , для двухзарядного – третий  $I_3$  и т.д. Если известно соответствующее значение энергии ионизации, то, пользуясь формулой (6), можно определить эффективный заряд атомного ядра  $Z^*$  из условия  $E_n = -I_i$

$$Z^* = \sqrt{\frac{I_i n^2}{R}}. \quad (8)$$

Используя формулу (4) и найденное значение  $Z^*$ , можно рассчитать средний размер атомной орбитали с квантовыми числами  $n$  и  $l$ :

$$r = \frac{5,29n^2}{Z^*} \left( \frac{3}{2} - \frac{l(l+1)}{2n^2} \right). \quad (9)$$

Размеры, форма и энергетические характеристики АО внешних энергетических уровней атомов определяют периодический характер изменения в периодах и подгруппах большого количества свойств элементов и образуемых ими соединений. Так, к периодически изменяющимся в зависимости от положения атома в Периодической таблице относятся, наряду с радиусами атомов и потенциалов ионизации, электроотрицательность, молярный объем, устойчивые степени окисления, тип химических связей у простых веществ, кислотно-основной характер оксидов и гидроксидов, окислительно-восстановительные свойства.

Существуют также свойства, которые связаны со строением электронных оболочек атомов и ионов, но периодического изменения в зависимости от зарядов атомных ядер не наблюдается. Одним из таких свойств является окраска соединений, которая обусловлена переходами валентных электронов между энергетическими подуровнями внешних энергетических уровней. Эти переходы определяются преимущественно характером и прочностью химических связей в соединениях, изменение которых даже для однотипных веществ имеет сложный характер.

### **«Изменение свойств элементов и их соединений в зависимости от расположения их в Периодической системе Д.И. Менделеева»**

**Цель: сформировать знания о периодической системе и периодическом законе как основании систематики элементов и их свойств.**

Индивидуальные задания выполняются по варианту, номер которого совпадает с порядковым номером фамилии студента в журнале группы. При выполнении заданий следует использовать Периодическую таблицу Д.И. Менделеева, справочную и учебную литературу по химическим свойствам элементов и их соединений.

**Задание №1. Электронное строение атомов в соединениях.** Для Вашего варианта составьте химические формулы соединений, в которых реализуется указанная степень окисления атомов. Запишите электронные конфигурации, отвечающие этим степеням окисления.

Таблица 1

№	ионы	№	ионы	№	ионы	№	ионы
1	$As^{3-}, Cd^{+2}$	9	$P^{3-}, Co^{+3}$	17	$N^{3-}, Hg^{+}$	25	$As^{+3}, Mo^{+2}$
2	$Fe^{+3}, I^{-}$	10	$Fe^{6+}, Br^{-}$	18	$Pb^{2+}, Mn^{+7}$	26	$Br^{-}, Mn^{4+}$
3	$Cr^{+3}, Ge^{4-}$	11	$Ni^{+3}, Sn^{4-}$	19	$Cr^{+2}, I^{-}$	27	$S^{2-}, W^{2+}$
4	$Mn^{4+}, Te^{2-}$	12	$S^{2-}, Ba^{+2}$	20	$Br^{-}, Cu^{+2}$	28	$Sb^{3-}, Tl^{+}$
5	$Se^{2-}, Fe^{+2}$	13	$Bi^{3+}, Ni^{+2}$	21	$Au^{+}, Se^{4+}$	29	$Si^{4-}, Mo^{6+}$
6	$Si^{4+}, Ag^{+}$	14	$Cl^{-}, Rb^{+}$	22	$Te^{2-}, Ti^{+3}$	30	$Nb^{+3}, Si^{4-}$
7	$Ge^{4+}, V^{+2}$	15	$Pb^{4+}, Ag^{+}$	23	$As^{5+}, Mn^{6+}$	31	$P^{5+}, Cu^{+}$
8	$Mn^{+2}, Te^{2-}$	16	$Ga^{3+}, Sn^{2+}$	24	$Br^{-}, Cu^{+2}$	32	$Ni^{3+}, Ti^{4+}$

**Задание №2. Изменение свойств элементов в подгруппах.** В соответствии с Вашим вариантом, для подгруппы элементов II—V периодов составьте конфигурацию внешних валентных электронов. Пользуясь справочным материалом, для каждого элемента укажите значения радиуса атомов или ионов, первого потенциала ионизации и электроотрицательности. Исходя из положения элементов в Периодической таблице, опишите окислительно-восстановительные свойства простых веществ. Сделайте вывод, как изменяются указанные свойства атомов при увеличении порядкового номера элемента в подгруппе. Что является причиной периодического изменения свойств атомов?

Таблица 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подгруппа	IVA	VIB	VA	IVB	VIA	VIB	IIIA	VIB	IIA	VB
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Подгруппа	VIA	IVB	VA	VIB	IIIB	VIB	IIIB	VB	IVA	VIB
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Подгруппа	IVB	IA	VIB	IB	IIIB	VA	IIIB	IIIA	IIA	VB

**Задание №3. Изменение радиусов атомов в периоде.** Для заданных в Вашем варианте атомов с порядковыми номерами  $Z_4, Z_5, Z_6, Z_7$  составьте полные электронные конфигурации, укажите валентные электроны, укажите к какой подгруппе (главной или побочной) относятся эти атомы.

Таблица 3

№	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	№	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	№	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$
1	38	41	49	50	11	37	39	49	51	21	20	28	31	33
2	37	40	50	52	12	38	43	50	54	22	19	27	32	34
3	55	72	81	83	13	38	41	49	50	23	37	39	49	51
4	56	73	82	86	14	37	40	51	53	24	38	43	50	54
5	38	43	49	52	15	55	72	81	83	25	56	73	82	86
6	38	40	50	53	16	56	73	76	82	26	20	28	31	33
7	56	75	81	84	17	39	43	49	51	27	55	72	81	83
8	56	72	82	83	18	38	40	48	50	28	39	43	49	51
9	20	28	31	33	19	72	75	81	84	29	38	41	49	50
10	19	27	32	34	20	56	72	82	83	30	20	28	31	33

Сделайте выводы о том,

- как изменяются радиусы атомов в пределах одного периода;
- какие факторы оказывают основное влияние на размеры атомов.

**Задание №6. Изменение кислотно-основных свойств элементов в периодах.** Для элементов III периода, за исключением хлора и аргона, запишите электронные конфигурации валентных подуровней, возможные степени окисления и химические формулы оксидов и гидроксидов, отвечающие наиболее высоким степеням окисления. Запишите названия этих соединений.

Проведите опыты, с помощью которых можно установить химический характер гидроксидов с высшими степенями окисления каждого атома. При выполнении опытов следует использовать таблицу растворимости солей, оснований и кислот в воде.

**Контрольные вопросы:**

1. Сформулируйте Периодический закон Д.И.Менделеева?
2. Типы элементов (s, p, d, f) и их расположение в периодической системе?
3. Периодическое изменение свойств элементов в соответствии с электронной структурой их атомов по периодам и группам.
4. Атомные и ионные радиусы. Энергия ионизации. Сродство к электрону. Электроотрицательность.

#### Библиографический список:

1. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов. / Под ред. А.И. Ермакова. М.: Интеграл-Пресс, 2009. С. 46-52.
2. Третьяков Ю.Д., Тамм М.Е. Неорганическая химия Том 1: учебник для студ. высш. уч. заведений. М.: издательский центр «Академия», 2004. – С. 140-146.

## Лабораторная работа №2 «Получение и свойства неорганических веществ»

### Краткая теория к работе :ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

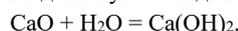
Неорганические соединения классифицируются как по составу, так и по свойствам (функциональным признакам). По составу они подразделяются на двухэлементные (бинарные) и многоэлементные соединения. По функциональным признакам неорганические соединения подразделяются на классы в зависимости от характерных свойств и состава. Выделяют следующие основные классы: оксиды, кислоты, основания (как частный случай гидроксидов, т. е. соединений, включающих группу OH) и соли.

**Оксиды** – сложные вещества, состоящие из атомов кислорода и другого элемента. В оксидах кислород проявляет степень окисления –2. Общая формула оксидов: ЭхОу<sup>-2</sup>.

Оксиды делятся на солеобразующие и несолеобразующие. Последних довольно мало (СО, NO, N<sub>2</sub>O). Они не образуют солей ни с кислотами, ни со щелочами. Солеобразующие оксиды делятся на основные (их гидраты – основания), кислотные (их гидраты – кислоты), амфотерные (их гидраты проявляют свойства, как кислот, так и оснований).

По современной номенклатуре названия этого класса строятся следующим образом: к слову «оксид» добавляется название элемента с указанием его степени окисления, если она не постоянная. Например, MgO – оксид магния; CO – оксид углерода (II); CO<sub>2</sub> – оксид углерода (IV).

К основным оксидам относятся оксиды щелочных и щелочноземельных металлов, а также многие оксиды других металлов со степенью окисления +1, +2. Они взаимодействуют с водой с образованием оснований:

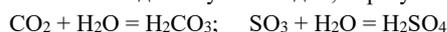


Основные оксиды взаимодействуют с кислотными оксидами и кислотами, образуя соли:

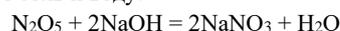


Кислотные оксиды образуют неметаллы (Cl<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и др.), а также металлы со степенью окисления +5, +6, +7 (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CrO<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>).

Многие кислотные оксиды непосредственно взаимодействуют с водой, образуя кислоты:



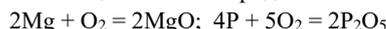
Со щелочами кислотные оксиды образуют соль и воду:



Амфотерные оксиды образуют металлы, имеющие степень окисления +2, +3, иногда +4. К амфотерным оксидам относятся, например, BeO, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO, PbO, MnO<sub>2</sub> и др. Они характеризуются реакциями солеобразования и с кислотами, и с основаниями, так как в зависимости от условий проявляют как основные, так и кислотные свойства. Например: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 6HCl = 2CrCl<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>O; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 2NaOH = 2NaCrO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

Оксиды можно получить следующими способами:

1) непосредственно взаимодействием простого вещества с кислородом:



2) разложением сложных веществ: Cu(OH)<sub>2</sub> = CuO + H<sub>2</sub>O ; CaCO<sub>3</sub> = CaO + CO<sub>2</sub>



**Кислоты** – вещества, при электролитической диссоциации которых катионами могут быть только положительно заряженные ионы водорода H<sup>+</sup> (фактически ионы гидроксония [H<sub>3</sub>O]<sup>+</sup>): HCl → H<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>

Основность кислоты определяется числом катионов водорода, которые образуются при диссоциации молекулы кислоты: HCl – одноосновная кислота, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – двухосновная, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – трехосновная.

Кислоты можно разделить на бескислородные (HCl, HBr, HCN, H<sub>2</sub>S) и кислородсодержащие (HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

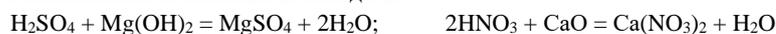
Названия кислородсодержащих кислот, в которых степень окисления кислотообразующего элемента (центрального атома) равна номеру группы в периодической системе элементов Д. И. Менделеева (высшая степень окисления), образуется от названия элемента с добавлением суффикса –н (–ов или –ев) и окончания –ая. Например: HNO<sub>3</sub> – азот–н–ая кислота, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> – кремни–ев–ая кислота. При меньшей степени окисления центрального атома названия кислот

образуются с суффиксом – ист. Например,  $\text{HNO}_2$  – азот–ист–ая кислота,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  – серн–ист–ая кислота. В зависимости от содержания молекул воды некоторые кислоты могут находиться в мета- или ортоформе. Приставка мета- означает минимальное содержание молекул воды, орто- – на одну или несколько молекул больше. Например,  $\text{HPO}_3$  – метафосфорная кислота,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $\text{HPO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ) – ортофосфорная кислота.

В названиях бескислородных кислот к наименованию элемента добавляют слово «водородная». Например,  $\text{HCl}$  – хлороводородная,  $\text{H}_2\text{S}$  – сероводородная.

В соответствии с электролитической диссоциацией **общие свойства** кислот обусловлены ионами водорода  $\text{H}^+$ .

- 1) В растворах кислот индикаторы меняют свою окраску: лакмус становится красным, метиловый оранжевый – розовым.
- 2) Кислоты реагируют с основаниями и основными оксидами:



- 3) При взаимодействии кислот с солями могут образовываться новые соль и кислота. Реакции этого типа идут при условии образования малорастворимых, летучих или малодиссоциирующих (слабых электролитов) продуктов реакции:



Кислоты получают гидратацией кислотных оксидов:  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4$

обменной реакцией соли с кислотой:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$

**Основания** – вещества, при электролитической диссоциации которых в качестве анионов образуются гидроксид-ионы  $\text{OH}^-$ :  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

Кислотность основания определяется числом ионов  $\text{OH}^-$ , образующихся при диссоциации молекулы гидроксида.  $\text{NaOH}$  – однокислотное основание,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – двухкислотное основание,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – трехкислотное основание.

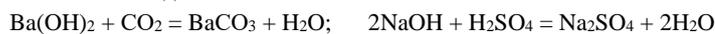
По растворимости в воде различают:

- а) основания, растворимые в воде – щелочи, например,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и др.;
- б) основания, нерастворимые в воде, например:  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ;

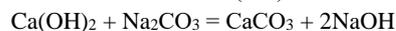
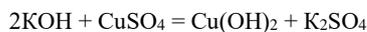
Названия оснований образуются из слова «гидроксид» и названия соответствующего металла с указанием его степени окисления, если она переменная. Например,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – гидроксид кальция,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  – гидроксид железа (II),  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – гидроксид железа (III).

- 1) Водные растворы щелочей изменяют окраску индикаторов. В их присутствии фиолетовый лакмус синее, бесцветный фенолфталеин становится малиновым.

- 2) Щелочи реагируют с кислотными оксидами и кислотами:



- 3) При действии щелочей на растворы солей получаются новая соль и новое основание, причем одно из полученных веществ должно выпадать в осадок:



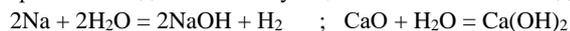
С точки зрения электролитической диссоциации общие свойства щелочей обусловлены гидроксид-ионами  $\text{OH}^-$ .

Нерастворимые в воде основания, так же, как и щелочи, взаимодействуют с кислотами:

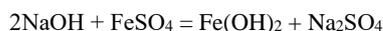


и разлагаются при нагревании:  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Получить щелочи можно растворением в воде соответствующих металлов и их оксидов:



Общий способ получения нерастворимых в воде оснований – действие щелочей на растворимые соли металлов, основания которых нерастворимы:



Основания являются частным случаем группы соединений с общим названием «гидроксиды». Гидроксиды – вещества, содержащие группу  $\text{OH}^-$ , получают соединением оксидов с водой. В зависимости от того, какой ион ( $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$ ) образуется при электролитической диссоциации, гидроксиды бывают трех видов: основные (основания), кислотные (кислородсодержащие кислоты) и амфотерные (амфолиты).

Амфолиты – это гидроксиды, которые проявляют как основные, так и кислотные свойства. К ним относятся, например,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и др.

Амфотерные гидроксиды способны реагировать как с кислотами, так и со щелочами. С кислотами они реагируют как основания, а со щелочами – как кислоты. Чтобы установить амфотерность гидроксида, следует провести две реакции взаимодействия его с кислотой и со щелочью. Если обе реакции имеют место, то гидроксид амфотерен. Например, гидроксид алюминия  $\text{Al}(\text{OH})_3$  при взаимодействии со щелочью ведет себя как кислота  $\text{H}_3\text{AlO}_3$  (ортоалюминиевая) или  $\text{HAlO}_2$  (метаалюминиевая):



**Соли** – вещества, при диссоциации которых образуются катионы металлов (или аммония  $\text{NH}_4^+$ ) и анионы кислотных остатков.

Соли можно рассматривать как продукты полного или частичного замещения атомов водорода в молекуле кислоты атомами металла или гидроксильных групп в молекуле основания кислотными остатками. В зависимости от этого соли делятся на средние, кислые и основные.

Средние соли – продукты полного замещения, они состоят только из катионов металлов или  $\text{NH}_4^+$  и анионов кислотных остатков.

Чтобы правильно написать формулу какой-либо соли, следует учитывать величины зарядов катиона и аниона. Число каждого иона должно быть таким, чтобы алгебраическая сумма зарядов была равна нулю, т.е. соединение было электронейтральным. Например, сульфат хрома (III) состоит из ионов  $\text{Cr}^{3+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ , имеет состав  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ , а ортофосфат кальция, состоящий из ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ , –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

Названия солей составляют из названия аниона кислоты в именительном падеже и названия катиона в родительном падеже (хлорид натрия, карбонат кальция и т.п.). Если степень окисления катиона металла переменная, ее указывают римскими цифрами в скобках (сульфат железа (II) –  $\text{FeSO}_4$ , сульфат железа (III) –  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ).

Кислые соли (гидросоли) – продукты неполного замещения ионов водорода многоосновных кислот катионами металлов. Их образуют только многоосновные кислоты. Признак кислой соли – наличие в ее составе незамещенных  $\text{H}^+$ . Для верного написания формул кислых солей следует рассчитать заряд аниона с учетом незамещенных ионов  $\text{H}^+$  ( $\text{HCO}_3^+$ ,  $\text{HPO}_4^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^+$ ). Число ионов подбирается так, чтобы соединение было электронейтральным. Например, формула кислой соли из ионов  $\text{Cr}^{3+}$  и  $\text{HPO}_4^{2-}$  имеет состав  $\text{Cr}_2(\text{HPO}_4)_3$ .

Названия кислых солей образуются добавлением к названию аниона (кислотного остатка) приставки гидро- или дигидро-, если не замещены два иона  $\text{H}^+$ , что возможно только для трехосновных кислот:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  – гидро-карбонат кальция,  $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$  – гидроортофосфат алюминия,  $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$  – дигидроортофосфат алюминия.

Основные соли (гидроксосоли) по составу являются продуктами неполного замещения гидроксогрупп основания на кислотные остатки. Их образуют только многокислотные основания. Признак гидроксосоли – наличие в составе незамещенных  $\text{OH}^-$ . Для верного написания формул основных солей следует рассчитать заряд катиона с учетом незамещенных групп  $\text{OH}^-$  ( $\text{CaOH}^+$ ,  $\text{AlOH}^{2+}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ ). Далее число ионов, как для средних и кислых солей, подбирается так, чтобы соединение было электронейтральным. Например, формула гидроксосоли из ионов  $\text{Al}(\text{OH})_2^+$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ :  $\text{Al}(\text{OH})_2)_2\text{SO}_4$ .

Названия основных солей образуются добавлением к названию катиона металла приставки гидроксо- или дигидроксо-, если незамещены две гидроксогруппы, что возможно только для трехкислотных оснований:  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  – карбонат гидроксомеди;  $\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$  – сульфат гидроксоалюминия,  $\text{Al}(\text{OH})_2)_2\text{SO}_4$  – сульфат дигидроксоалюминия.

Средние соли получают следующими способами:

- 1) металл + неметалл:  $2\text{Na} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl}$
- 2) металл + кислота:  $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
- 3) металл + соль:  $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$
- 4) основной оксид + кислотный оксид:  $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$
- 5) основание + кислота:  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 6) соль + соль:  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + 2\text{NaNO}_3$
- 7) основной оксид + кислота:  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 8) кислотный оксид + основание:  $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{NaOH} = 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 9) щелочь + соль:  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 + 2\text{KOH}$
- 10) кислота + соль:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$

Кислые соли могут быть получены в кислой среде:

- 1) основание + кислота (избыток):  $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 $2\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) средняя соль + кислота (избыток):  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = 3\text{NaH}_2\text{PO}_4$   
 $2\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 = 3\text{Na}_2\text{HPO}_4$

Основные соли могут быть получены в щелочной среде:

- 1) кислота + основание (избыток):  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{HCl} = \text{AlOHCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HCl} = \text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
- 2) средняя соль + щелочь:  $\text{AlCl}_3 + \text{NaOH} = \text{AlOHCl}_2 + \text{NaCl}$   
 $\text{AlCl}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} + 2\text{NaCl}$

Превращение кислых и основных солей в средние происходит следующими способами:

- 1) кислая соль + щелочь:  $\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 2) основная соль + кислота:  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

## Лабораторная работа «Получение и свойства неорганических веществ»

### Цель работы – получение и ознакомление со свойствами оксидов, кислот, оснований, амфотерных гидроксидов и солей.

*Оборудование и реактивы: аппарат Киппа, тигельные щипцы, пробирки цилиндрические, стеклянные палочки, спиртовка; карбонат гидроксомеди, медь, цинк, мел, ацетат натрия; растворы серной кислоты, гидроксида натрия – (2 М), ортофосфорной кислоты (разбавленная), гидроксида кальция (насыщенная), сульфата меди, хлорида железа (III), хлорида или сульфата цинка, сульфата алюминия, сульфата хрома (III), хлорида натрия, хлорида бария, хлорида кальция, карбоната натрия, сульфата кобальта (II) – (0,5М); индикаторы: лакмус, фенолфталеин, индикаторная бумага.*

#### **Опыт 1. Получение оксида кальция разложением карбоната кальция.**

Зажать щипцами небольшой кусочек мела и прокалить его в течение 5–7 мин в верхней части пламени горелки. На какие вещества разлагается  $\text{CaCO}_3$  при нагревании? Написать уравнение реакции. Затем, добавив в пробирку с водой несколько капель фенолфталеина, опустить прокаленный кусочек. Записать наблюдения и составить уравнения реакций.

#### **Опыт 2. Получение уксусной кислоты.**

Положить в пробирку немного кристаллов ацетата натрия  $\text{NaCH}_3\text{COO}$  и прибавить несколько капель  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Определить по запаху, какое вещество образовалось. Написать уравнение реакции.

#### **Опыт 3. Получение гидроксида кальция.**

Взболтать в пробирке небольшое количество оксида кальция с водой. Отстоявшийся раствор осторожно слить в другую пробирку и прилить к нему несколько капель фенолфталеина. Как изменился цвет раствора? Составить уравнение реакции.

#### **Опыт 4. Получение нерастворимых в воде оснований.**

Налить в две отдельные пробирки растворы солей  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{FeCl}_3$  и в каждую пробирку добавить раствора гидроксида натрия. Отметить окраску образовавшихся осадков. К полученным осадкам добавить раствор серной кислоты до полного их растворения. Записать уравнения всех химических реакций.

#### **Опыт 5. Получение амфотерных гидроксидов и изучение их свойств.**

В две пробирки внести 1–2 мл раствора любой соли цинка. В каждую добавить по каплям раствор  $\text{NaOH}$  до образования осадка (пробирки встряхивать для перемешивания). К полученному осадку в одну пробирку прибавить раствор кислоты, в другую – избыток раствора щелочи. Происходит ли растворение осадка в обеих пробирках? Записать наблюдения и составить уравнения реакций.

Сделать вывод о характере гидроксидов цинка, алюминия и хрома (III).

#### **Опыт 6. Получение соли при взаимодействии металла с кислотой**

В пробирку с раствором серной кислоты внести кусочек цинка. Испытать выделяющийся газ с помощью горящей лучины. Составить уравнение реакции.

#### **Опыт 7. Получение соли взаимодействием двух растворимых солей**

В четыре пробирки налить растворы солей: в первую пробирку  $\text{NaCl}$  и  $\text{AgNO}_3$ , во вторую –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{BaCl}_2$ , в третью –  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , в четвертую –  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{KI}$ . Отметить окраску образовавшихся осадков и записать уравнения реакций.

#### **Задачи для самостоятельной работы:**

1. Напишите формулы оксидов, которым соответствуют следующие основания:  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .
2. С какими из следующих веществ будет реагировать оксид углерода (IV):  $\text{Al}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{ZnO}$ ?
3. С какими из следующих веществ будет реагировать оксид цинка:  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}$ ?
4. С какими из следующих оксидов будет реагировать соляная кислота:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CO}_2$ ?
5. Могут ли одновременно находиться в растворе:  $\text{LiOH}$  и  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  и  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  и  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NaOH}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaCl}$  и  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CO}_2$ ?
6. Какие из приведенных ниже гидроксидов растворяются в щелочах:  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ?
7. Можно ли приготовить растворы, которые содержали бы одновременно:  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{NaOH}$ ;  $\text{KAlO}_2$  и  $\text{HCl}$ ? Ответ мотивируйте. Составьте уравнения соответствующих реакций.
8. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:  
а)  $\text{Al} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{BaSO}_4$ ;  
б)  $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3$ ;

- в)  $Zn \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2ZnO_2 \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow ZnCO_3 \rightarrow ZnO$ ;  
 г)  $Cu \rightarrow CuO \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO$ ;  
 д)  $Na \rightarrow NaOH \rightarrow NaHSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$ ;  
 е)  $Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow NaCl \rightarrow AgCl$ ;  
 ж)  $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$ ;  
 з)  $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow NaH_2PO_4 \rightarrow Na_2HPO_4 \rightarrow Na_3PO_4$ ;  
 и)  $N_2O_5 \rightarrow HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO$ ;  
 к)  $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO$ ;  
 л)  $S \rightarrow FeS \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$ ;

#### Контрольные вопросы:

1. На какие основные классы подразделяются неорганические соединения?
2. Назовите типы оксидов и дайте характеристику каждого из них, способы их получения.
3. Что такое основность кислоты? Укажите свойства кислот и способы их получения.
4. Что такое кислотность основания? Укажите их свойства и способы их получения.
5. Какие соединения называют гидроксидами? Назовите типы гидроксидов.
6. Какие металлы образуют амфотерные гидроксиды? Укажите их свойства.
7. Что называется солью? Охарактеризуйте средние, кислые соли и основные соли.
8. Укажите способы получения средних солей.
9. Укажите способы получения гидро- и гидроксо солей, взаимные переходы различных типов солей.

#### Библиографический список:

1. Корнев Ю.М., Овчаренко В.П., Егоров Е.Н. Общая и неорганическая химия. Часть II. Основные классы неорганических соединений. – М.: Школа имени А.Н. Колмогорова, Издательство Московского университета, 2000. 36 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов. / Под ред. А.И. Ермакова. М.: Интеграл-Пресс, 2009. С. 37-43.

### **Лабораторная работа № 3 Скорость химической реакции и факторы, влияющие на нее. Катализ. Смещение химического равновесия.**

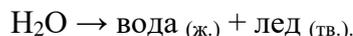
**Целью работы являются изучение влияния концентрации, температуры, катализаторов на скорость химических реакций и измерение каталитической активности различных катализаторов.**

Оборудование и реактивы: пробирки, цилиндры (50 мл), стаканы (100 мл), бюретки (25–50 мл), термометры, пробирки Освальда, секундомер; диоксид марганца, диоксид свинца, активированный уголь, бихромат калия; растворы тиосульфата натрия (0,1 н.), серной кислоты (1 моль/л), пероксида водорода (30 %-ный).

Краткая теория к работе. *Химическая кинетика* – наука, изучающая скорость и механизмы протекания химических реакций.

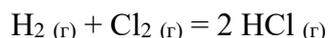
*Система* – это вещество или совокупность веществ, ограниченных одним объемом.

*Фаза* – совокупность всех однородных частей системы, обладающих одинаковым химическим составом и отделенных от остальных частей системы поверхностью раздела.



Каждое твердое вещество образует одну фазу. *Гомогенная система* состоит из одной фазы. *Гетерогенная система* состоит из нескольких фаз, ограниченных друг от друга поверхностью раздела.

Реакции, протекающие в однофазной системе, называются *гомогенными*:



Реакции, протекающие в многофазных системах, называются *гетерогенными*. Они протекают на границе раздела фаз:  $FeO (т) + CO (г) = Fe (т) + CO_2 (г)$

*Скорость химической реакции* – изменение концентрации реагирующих веществ (С) или продуктов реакции в единицу времени (τ).

$$v = \Delta C / \Delta \tau, \text{ или } v = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}$$

### Опыт 1. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции

В три пробирки налейте 0.1 н. раствор тиосульфата натрия: в первую – 4 мл, во вторую – 8 мл и третью – 12 мл. После этого в первую пробирку добавьте 8 мл, а во вторую – 4 мл дистиллированной воды. Затем в три другие пробирки налейте по 5 мл 0.1 н. раствора серной кислоты. Слейте попарно приготовленные растворы, в результате чего произойдет реакция



С помощью секундомера отметьте, через какое время появляется сера в каждой пробирке. Результаты запишите в табл.1.

Таблица 1

Номер опыта	Объем, мл				Время, сек	Условная скорость реакции, $1/\tau$
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	Общий		
1	4	8	5	17		
2	8	4	5	17		
3	12	0	5	17		

Какой вывод можно сделать из полученных данных?

### Опыт 2. Влияние температуры на скорость химической реакции.

Определите влияние температуры на скорость реакции взаимодействия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  с  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Отметьте время появления серы в пробирках. Полученные данные запишите в таблицу.

Таблица 2

Номер опыта	Температура, °С	Объем, мл			Время, сек	Условная скорость реакции, $1/\tau$
		$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Вода	$\text{H}_2\text{SO}_4$		
1	Комнатная температура	4	8	5		
2	30	4	8	5		
3	40	4	8	5		

Какие выводы можно сделать относительно влияния температуры на скорость реакции из полученных результатов?

### Опыт 3. Влияние величины поверхности раздела реагирующих веществ на скорость химической реакции

Приготовьте два небольших приблизительно одинаковых кусочка мела. Один из них разотрите пестиком на кусочке бумаги и пересыпьте в коническую пробирку,

второй целиком поместите в другую пробирку. В обе пробирки одновременно добавьте по 15—20 капель концентрированной соляной кислоты (пл. 1,19 г/см<sup>3</sup>). Напишите уравнение реакции. Отметьте наблюдаемые явления и объясните их. Какой фактор в данном случае влияет на увеличение скорости реакции?

### **Контрольные вопросы**

1. Для каких реакций можно предсказать зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ?
2. Перечислите в порядке понижения значимости факторы, влияющие на скорость химической реакции и на константу скорости химической реакции.
3. Каков физический смысл константы скорости? Как она определяется? Когда численные значения константы скорости и скорости совпадают? Каковы размерности и единицы измерения константы скорости и скорости?
4. Предложите определения понятий порядка и молекулярности химической реакции. Укажите необходимые признаки, характеризующие эти понятия. Особое внимание обратите на то, что молекулярность всегда целое небольшое число, а порядок может быть равным нулю, целому и дробному числам.
5. Как скажутся на значении константы скорости следующие факторы, влияющие на скорость реакции: а) различные начальные концентрации реагирующих веществ; б) изменение температуры; в) введение различных веществ; г) смена растворителя; д) изменение объема системы?

### **Библиографический список:**

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

## **Лабораторная работа № 4**

### **«Приготовление растворов с заданной концентрацией»**

**Целью работы является приобретение навыков приготовления растворов различной концентрации из сухой соли или более концентрированного раствора.**

Материалы и оборудование: мерные колбы, пипетки, пипетки Мора, бюретки, мерные цилиндры и мензурки, раствор хлорида натрия

Большинство физиологических процессов в организмах человека, животных и в растениях, различных промышленных процессов, биохимических процессов в почвах и т.п. протекают в растворах.

Краткая теория к работе. Раствор – это многокомпонентная гомогенная система, в состав которой входят растворитель и растворенное вещество.

*Классификация растворов:*

1. По агрегатному состоянию (жидкие, газовые, твердые).
2. По количеству растворенного вещества (концентрированные, разбавленные).
3. По насыщению растворенным веществом (насыщенные, ненасыщенные, перенасыщенные).

*Концентрацией* раствора называется количество вещества, содержащееся в единице массы или объема раствора. Выделяют следующие способы выражения концентрации:

1. **Процентная** (массовая доля вещества) выражается числом граммов растворенного вещества, содержащегося в 100 г раствора:

$$\omega (\%) = \frac{m \text{ р. вещества}}{m \text{ раствора}} \times 100\%$$

$m \text{ раствора} = m \text{ растворителя} + m \text{ растворенного вещества}$ .

2. **Молярная** концентрация выражается числом молей растворенного вещества, содержащегося в 1 л раствора:

$$C_m = \frac{m \text{ р. вещества}}{M \text{ р. вещества} \cdot V \text{ раствора}} \text{ (моль/л)}$$

3. **Моляльная** концентрация выражается числом молей растворенного вещества в 1 кг растворителя:

$$C_M = \frac{m \text{ р. вещества}}{M \text{ р. вещества} \cdot m \text{ растворителя}} \text{ (моль/кг)}$$

4. **Молярная концентрация эквивалента** выражается числом моль-эквивалентов вещества в 1 л раствора:

$$C_m = \frac{m \text{ р. вещества}}{M \text{ экв. р. вещества} \cdot V \text{ раствора}} \text{ (моль-экв/л)}$$

5. **Титр** выражается числом граммов растворенного вещества в 1 мл раствора:

$$T = \frac{m \text{ р. вещества}}{V \text{ раствора}} \text{ (г/мл)}$$

При решении задач на концентрации растворов иногда необходимо переводить единицы массы раствора в объемные, и наоборот. Для этого надо помнить формулу плотности раствора:  $m = \rho \cdot V$ , где  $m$  – масса раствора, г;  $\rho$  – плотность раствора, г/мл;  $V$  – объем раствора, мл.

#### Ход работы:

1. Рассчитать количество вещества и объем воды, необходимый для приготовления следующих растворов:

а) 200 г 15%-го раствора хлорида натрия;

Ход работы:

1. Приготовить раствор.
2. С помощью ареометра измерить плотность раствора.
3. Рассчитать молярную концентрацию раствора.
4. Заполнить таблицу.

Таблица

Масса вещества, г	Объем воды, мл	Плотность раствора, г/см <sup>3</sup>	t, °С	Молярная концентрация, моль/л

Сделать вывод.

#### Контрольные вопросы:

1. Растворы, их место среди других многокомпонентных систем.
2. Физическая и химическая теории растворов.

3. Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля. Эбулиоскопическая и криоскопическая константы.
4. Осмотическое давление. Роль осмотического давления в биологических системах.
5. Роль водных растворов в биологических системах.
6. Способы выражения процентной, моляльной и молярной концентрации эквивалента растворов (нормальной). Титр раствора.

### **Библиографический список:**

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

## Лабораторная работа № 5

### Электролитическая диссоциация. «Гидролиз солей».

#### Цель работы – экспериментальное изучение процесса электролитической диссоциации и электропроводности сильных и слабых электролитов.

Оборудование и реактивы: лабораторный реостат, угольные электроды; хлорид натрия, мрамор, хлорид аммония; растворы соляной кислоты, гидроксида натрия, уксусной кислоты, гидроксида аммония, хлорида железа (III), метасиликата натрия, хлорида бария.

Краткая теория к работе *Электролитами* называются вещества, растворы или расплавы которых проводят электрический ток.

*Электролитическая диссоциация* – это процесс распада электролита на ионы под действием полярных молекул растворителя. В зависимости от степени электролитической диссоциации ( $\alpha$ ) различают сильные и слабые электролиты.

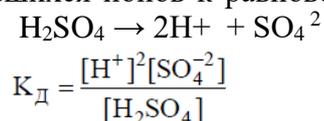
Степень диссоциации – это отношение числа молекул распавшихся на ионы ( $n$ ) к общему числу молекул ( $N$ ):

$$A = N / n$$

Если  $\alpha > 0,3$ , т.е. из 100 молекул более 30 молекул распались на ионы, то электролит сильный. К сильным электролитам относятся:

- некоторые неорганические кислоты, такие как HCl, HBr, HI, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>, HClO<sub>4</sub>, HMnO<sub>4</sub>;
- основания щелочных и некоторых щелочноземельных металлов;
- почти все растворимые соли.

Сильные электролиты диссоциируют в одну стадию, количественной характеристикой процесса является константа диссоциации (отношение произведения равновесных концентраций образовавшихся ионов к равновесной концентрации исходного вещества). Например:



Слабые электролиты могут диссоциировать ступенчато, причем процесс протекает преимущественно по первой ступени, слабее по второй и совсем незначительно по третьей.



К слабым электролитам относятся:

- 1) все органические кислоты;
- 2) неорганические кислоты, кроме упомянутых выше;
- 3) основания металлов, за исключением щелочных и щелочноземельных;
- 4) вода.

Одновременно с процессом диссоциации (распада на ионы) происходит процесс ассоциации (соединения положительно и отрицательно заряженных ионов в молекулы), т. е. электролитическая диссоциация является обратимой реакцией.

На степень электролитической диссоциации существенное влияние оказывают концентрация электролита и температура. Обычно при разбавлении раствора и повышении температуры процесс усиливается.

### **Опыт 1. Направление обменных ионных процессов в растворах электролитов**

**а) Образование малорастворимых веществ.** В три пробирки внесите по 2-3 капли следующих растворов: в первую - хлорида железа  $FeCl_3$ , во вторую - силиката натрия  $Na_2SiO_3$ , в третью - разбавленной серной кислоты  $H_2SO_4$ . Добавьте в них по такому же количеству растворов: в первую пробирку - едкого натра, во вторую - соляной кислоты, в третью — хлорида бария. Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения протекающих реакций, направленных в сторону образования малорастворимых веществ.

**б) Образование слабых кислот и оснований.** В две пробирки внесите по 5-7 капель: в первую - раствора ацетата натрия  $NaCH_3COO$ , во вторую - хлорида аммония. Добавьте в первую пробирку несколько капель серной кислоты (1: 1), перемешайте раствор стеклянной палочкой и слегка подогрейте.

Определите по запаху, что реакция протекала в сторону образования слабой уксусной кислоты. Напишите молекулярное и ионное уравнения реакций. Во вторую пробирку добавьте 4 н. раствора щелочи и подогрейте раствор. Определите по запаху выделение аммиака. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций.

**в) Реакции нейтрализации.** Возьмите в две пробирки по 5-7 капель 2 н. раствора щелочи и добавьте по одной капле фенолфталеина. Под влиянием каких ионов фенолфталеин окрасился в красный цвет? В одну пробирку добавляйте по каплям 2 н. раствор соляной или серной кислоты, во вторую - 2 н. раствор уксусной кислоты до обесцвечивания раствора. Чем объясняется исчезновение гидроксид-ионов при добавлении кислоты? В каком случае обесцвечивание раствора наступило быстрее?

Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций нейтрализации щелочи соляной и уксусной кислотами.

**г) Образование летучих продуктов реакции.** Поместите в две пробирки по 5—7 капель раствора соды  $Na_2CO_3$ . Проверьте наличие в растворе иона  $CO_3^{2-}$ , для чего в одну пробирку добавьте несколько капель хлорида кальция. Какое вещество выпало в осадок? Напишите ионное уравнение реакции.

Добавьте во вторую пробирку несколько капель серной кислоты (1:1) и наблюдайте выделение газа. Подогрейте слегка пробирку, дождитесь конца выделения газа и добавьте

несколько капель раствора хлорида кальция. Почему не выпадает осадок  $\text{CaCO}_3$ ?  
 Напишите ионное уравнение реакции взаимодействия соды с серной кислотой.

### Опыт 2. Определение характера среды растворов с помощью индикаторов.

Для каждого индикатора подготовьте две пробирки: одну с 0,01 н.  $\text{HCl}$ , другую – с 0,01н раствором  $\text{NaOH}$  (2 мл). Внесите в каждую пробирку по две капли индикатора. Перемешайте. Запишите цвет, оценку рН в следующую таблицу

Таблица

№ пары пробирок	Индикатор	Наблюдаемая окраска	
		В сильнокислой среде (рН )	В сильнощелочной среде (рН)

**Определение рН исследуемого раствора.** Получите у преподавателя задание (раствор соли, кислоты, основания). Определите рН раствора с помощью универсальной индикаторной бумаги, рН- метра . По найденной величине рН (найденной с помощью рН- метра) оцените степень диссоциации электролита.

### Опыт 2. «Гидролиз солей».

**Целью работы является экспериментальное изучение гидролиза солей в зависимости от их природы, влияния различных факторов на степень гидролиза, определение и измерение водородного показателя при растворении веществ в воде, указывающее на протекание в растворе гидролиза.**

Оборудование и реактивы: спиртовка, пробирки на 10 мл – 8 шт, стакан емкостью 50 мл – 1 шт, рН-метр; растворы хлорида натрия, карбоната натрия, сульфата алюминия, сульфата калия, хлорида алюминия, ацетата калия – 0,1 моль/л, нитрата висмута – 0,5 моль/л, фенолфталеина, метилового оранжевого; металл – цинк.

**Краткая теория к работе.** Химическое обменное взаимодействие ионов растворенной соли с водой, приводящее к образованию слабодиссоциирующих продуктов (молекул слабых кислот или оснований, анионов кислых и катионов основных солей) и сопровождающееся измерением рН среды, называется *гидролизом*.

Изменение рН при растворении солей в воде является одним из основных признаков, указывающих на протекание в растворе гидролиза. Так, раствор, получающийся при растворении ацетата натрия в воде, имеет щелочную реакцию ( $\text{pH} > 7$ ):



или в ионной форме  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

Характер гидролиза растворенного вещества определяется природой соли. Различают несколько вариантов взаимодействия соли с водой.

**1. Гидролиз по аниону.** Соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, гидролизуются по аниону, так как анион образует с ионами водорода слабодиссоциирующее соединение:



или в ионной форме  $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{OH}^- + \text{HCN}$ .

Реакция среды щелочная ( $\text{pH} > 7$ ).

Соли, образованные многоосновной слабой кислотой, гидролизуются ступенчато.

Первая ступень:  $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{KHCO}_3 + \text{KOH}$

или в ионной форме  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

Вторая ступень:  $\text{KHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{KOH}$

или в ионной форме  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$

**2. Гидролиз по катиону.** Соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, гидролизуеться по катиону, так как катион образует с ионами гидроксида слабодиссоциирующее соединение. Поскольку в результате гидролиза образуется сильная кислота, то раствор такой соли имеет  $\text{pH} < 7$ . Соли слабых многокислотных оснований гидролизуются ступенчато.

Первая ступень:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2\text{FeOH}\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{Fe}^{+3} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow (\text{FeOH})^{+2} + \text{H}^+$

Вторая ступень:  $2\text{FeOH}\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow [\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$

$(\text{FeOH})^{+2} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2^{+2} + \text{H}^+$

Третья ступень:  $[\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{Fe}(\text{OH})_2^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}^+$

**3. Гидролиз по катиону и аниону.** Соль, образованная слабым основанием и слабой кислотой, гидролизуеться и по катиону, и по аниону:

$\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH}$

или в ионной форме  $\text{NH}_4^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH}$ .

От силы образующихся слабых кислоты и основания зависит  $\text{pH}$  среды, обычно составляющий 6–8.

**4.** Соль, образованная сильным основанием и сильной кислотой – гидролизу не подвергается.

### 3.1. Образование основных и кислых солей при ступенчатом гидролизе.

Поместите в чистые пробирки 5-6 капель каждого из предложенных растворов солей, внесите по две капли индикатора и зафиксируйте значения  $\text{pH}$ . Заполните таблицу и напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза каждой соли по ступеням.

Таблица

Название соли	Окраска индикаторов		Порядок $\text{pH}$ в растворе $\text{pH}=7,0$ $\text{pH}<7,0$ ; $\text{pH}>7,0$
	Метилловый оранжевый	Фенолфталеин	
Сульфат алюминия			
Карбонат натрия			
Ацетат натрия			
Хлорид натрия			
Ацетат аммония			

### Контрольные вопросы

1. Какие вещества называются электролитами?
2. В чем заключается механизм процесса диссоциации?
3. Что такое степень и константа диссоциации электролита и от чего зависят их величины?
4. В чем суть закона разбавления Освальда?
5. Что называется гидролизом?
6. Какие типы гидролиза в зависимости от состава солей известны?

7. Что такое степень и константа гидролиза?
8. Какие факторы и как влияют на степень гидролиза солей?
9. Что называется водородным показателем? Каково значение рН в нейтральной, кислой и щелочной средах?

**Библиографический список:**

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

**Лабораторная работа №6**

**«Восстановление перманганат-иона в различных средах».**

**(Окислительно – восстановительные процессы).**

**Цель работы – изучение окислительно-восстановительных свойств веществ, приобретение опыта составления окислительно-восстановительных реакций.**

Реактивы: растворы с концентрацией 0,1 н.: BaCl<sub>2</sub>, SnCl<sub>2</sub>, KI, I<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; растворы с концентрацией 2 н.: KOH, HNO<sub>3</sub>, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; раствор KMnO<sub>4</sub> с концентрацией 0,01 н., хлорная вода; концентрированная серная кислота (96%-ная), концентрированная азотная кислота (60%-ная); сухие вещества: цинк в гранулах, сульфит калия или натрия.

**Краткая теория к работе.** *Окислительно-восстановительные реакции* – это химические реакции, протекающие с изменением степеней окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ, реализующихся путём перераспределения электронов между атомом-окислителем и атомом-восстановителем.

В процессе окислительно-восстановительной реакции восстановитель отдаёт электроны, то есть *окисляется*; окислитель присоединяет электроны, то есть *восстанавливается*. Причём любая окислительно-восстановительная реакция представляет собой единство двух противоположных превращений – окисления и восстановления, происходящих одновременно и без отрыва одного от другого

**Опыт 1. Влияние рН среды на окислительно восстановительный процесс.**

В три пробирки внесите 3-4 капли раствора перманганата калия KMnO<sub>4</sub>. В первую (чтобы получить рН раствора <7) добавьте 2-3 капли раствора серной кислоты, во вторую (рН раствора >7) добавьте 2-3 капли раствора щелочи, в третьей пробирке (рН 7). Затем в каждую из пробирок внесите по два микрошпателя сульфита натрия Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> и тщательно размешайте стеклянными палочками до полного растворения кристаллов. Через некоторое время отметьте изменение окраски растворов во всех трех пробирках. Напишите уравнение соответствующих реакций и расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

Отметить изменение цвета раствора после добавления реактива.

1.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{KMnO}_4 + \text{KOH} + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{MnO}_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{KOH}$

**Опыт 2. Влияние реакций среды на окислительно восстановительный потенциал.** В две пробирки поместите по пять капель хромата калия  $K_2CrO_4$  (раствор желтого цвета) и внесите по 2-3 капли: в одну – раствора серной кислоты, в другую – раствора щелочи. Изменение окраски раствора в одной из пробирок на оранжевую обусловлено переходом иона  $CrO_4^{2-}$ , устойчивого в щелочной среде, в ион  $Cr_2O_7^{2-}$ , устойчивый в кислой среде. В каждую пробирку добавьте по несколько капель нитрита калия. В обоих ли случаях изменилась окраска раствора? В какой среде произошло изменение окислительного числа хрома от +6 до +3 (зеленая окраска характерна для иона  $Cr^{3+}$ ). Напишите уравнение соответствующих реакций и расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

Задание 1. Расставьте коэффициенты в уравнениях методом электронного баланса:

- 1)  $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 = CrO_3 + K_2SO_4 + H_2O$ ;
- 2)  $KMnO_4 + KOH + Na_2SO_3 = K_2MnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$ .
- 3)  $Ag + H_2S + O_2 \rightarrow Ag_2S + H_2O$ ;
- 4)  $Fe(CrO_2)_2 + K_2CO_3 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + K_2CrO_4 + CO_2$ ;
- 5)  $Na_2MoO_4 + HCl + Al \rightarrow MoCl_5 + AlCl_3 + NaCl + H_2O$ ;
- 6)  $PbS + H_2O_2 \rightarrow PbSO_4 + H_2O$ ;
- 7)  $Fe_2O_3 + Na_2CO_3 + KNO_3 \rightarrow Na_2FeO_4 + CO_2 + KNO_2$ ;
- 8)  $SnCl_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Sn(SO_4)_2 + SnCl_4 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$ ;
- 9)  $NO_2 + O_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$ .

### Контрольные вопросы

1. Что называется степенью окисления элемента?
2. Что происходит с электронами при окислении, восстановлении элемента?
3. Дать определение процессу диспропорционирования.
4. Как относятся понятия «степень окисления» и «валентность» элемента?

### Библиографический список:

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

### Лабораторная работа №7

#### «Электролиз растворов электролитов»

Цель работы – изучение химических процессов электролиза водных растворов электролитов с использованием инертных и растворимых анодов.

Оборудование и реактивы: лабораторная электролизная ячейка, пробирки, стаканы, стеклянные палочки; растворы хлорида олова, йодида калия, крахмала, сульфата натрия, сульфата меди, сульфата никеля (II), фенолфталеина.

**Краткая теория к работе.** Совокупность ОВР, которые протекают на электродах в растворах или расплавах электролитов при пропускании через них электрического тока, называют электролизом.

На катоде источника тока происходит процесс передачи электронов катионам из раствора или расплава, поэтому катод является «восстановителем». На аноде происходит отдача электронов анионами, поэтому анод является «окислителем».

При электролизе как на аноде, так и на катоде могут происходить конкурирующие процессы (см. Приложение 3).

### ***Опыт 1. Электролиз раствора хлорида олова (II) с инертными электродами***

Опыты проводят с помощью электролизера, представляющего собой U-образную трубку. Электроды присоединяются к выпрямителю. В качестве электродов используются графитовые электроды или проволока из соответствующих металлов. Электроды в электролизер помещают через резиновые пробки, которые вставлены в прибор неплотно. Во всех опытах электролизер заполняют электролитом на 1/2 его объема. Электроды перед каждым опытом тщательно промывают дистиллированной водой.

В электролизер налить раствор хлорида олова (II). В оба колена электролизера опустить графитовые электроды и соединить их с выпрямителем. Наблюдать на катоде появление блестящих кристаллов металлического олова. Сделать вывод о том, какой процесс происходит на катоде – окислительный или восстановительный. Записать уравнение катодного процесса.

Доказать образование свободного хлора на аноде, для чего через 4–5 мин после прохождения электрического тока вынуть анод из электролизера, внести в анодное пространство по 3–4 капли растворов йодида калия и крахмала, после чего наблюдать появление синего окрашивания. Записать уравнение анодного процесса.

### ***Опыт 2. Электролиз раствора йодида калия с инертными электродами***

В пробирку налить 3/4 объема йодида калия и добавить по 5–6 капель фенолфталеина и крахмального клейстера. Раствор перемешать и залить в электролизер. Опустить в электролизер графитовые электроды и присоединить к выпрямителю. Отметить изменение цвета раствора в анодном и катодном пространстве. Записать уравнение катодного и анодного процессов. Объяснить изменение цвета растворов в катодном и анодном пространстве. Сделать вывод о характере процесса, произошедшего на аноде.

По окончании опыта анод обработать сначала тиосульфатом натрия для полного удаления йода с его поверхности, а затем дистиллированной водой.

### ***Опыт 3. Электролиз раствора сульфата натрия с инертными электродами***

В пробирку налить приблизительно 1/2 ее объема раствора сульфата натрия и 1/4 объема нейтрального раствора лакмуса, перемешать и вылить полученный раствор в электролизер. Пропустить через электролизер электрический ток и отметить изменение окраски в обоих коленах электролизера. Составить уравнение катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата натрия. Определить, какие вещества выделяются на катоде и аноде. Объяснить изменение окраски лакмуса в катодном и анодном пространствах.

### ***Опыт 4. Электролиз водного раствора сульфата меди с растворимым анодом***

Налить в электролизер 0,5 н. раствор сульфата меди, опустить в него графитовые электроды и пропустить через раствор электрический ток. Через 4–5 мин прекратить электролиз и отметить на катоде образование красного налета меди. Записать уравнения катодного и анодного процессов. Наблюдать, какой газ и в каких количествах выделяется на аноде. Выключив выпрямитель, поменять полюса электродов, вследствие чего электрод, покрывшийся вначале медью, становится анодом. Вновь пропустить

электрический ток. Наблюдать изменения, происходящие на аноде и катоде. Записать уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата меди с медным анодом.

#### ***Опыт 5. Электролиз водного раствора сульфата никеля с растворимым анодом***

Налить в электролизер 0,5 н. раствор сульфата никеля (II), опустить в него графитовые электроды и пропустить через раствор электрический ток. Через 4–5 мин прекратить электролиз. Записать уравнения катодного и анодного процессов. Наблюдать выделение газа на аноде. Какой это газ? Выключив выпрямитель, поменять местами полюса электродов. Электрод, покрывшийся вначале опыта никелем, становится анодом. Затем вновь пропустить через раствор электрический ток. Составить уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата никеля (II) с никелевым анодом.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что называется электролизом?
2. Нарисуйте схему лабораторного варианта электролизера (электролитической ячейки).
3. Что называется катодом и анодом, какие процессы происходят на катоде и аноде?
4. Какой из металлов: медь, никель, кобальт, цинк – может быть использован в качестве материала для анода в гальваническом элементе?
5. Написать уравнение реакций катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе с графитовыми электродами водных растворов: хлорида никеля (II), нитрата кальция, гидроксида натрия, сульфата железа (II), серной кислоты, нитрата серебра.
6. Какие продукты будут выделяться на катоде и аноде на первой стадии электролиза водных растворов на угольных электродах, если в электролизере находится смесь следующих солей:  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{KCl}$ ;  $\text{NiSO}_4$  и  $\text{NaCl}$ ;  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{NaSO}_4$ ;  $\text{SnCl}_2$  и  $\text{KI}$ ?
7. Написать уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе раствора: сульфата никеля с никелевыми электродами; нитрата серебра с серебряными электродами; хлорида меди с медными электродами.

#### **Библиографический список:**

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

### **Лабораторная работа №8.**

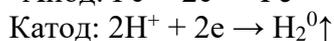
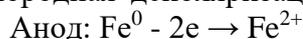
#### **«Коррозия металлов и способы их защиты.»**

**Целью работы является ознакомление с процессами, происходящими при электрохимической коррозии металлов, и способами защиты металлов и сплавов от коррозии.**

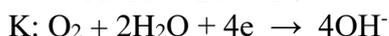
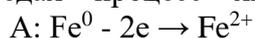
Оборудование и реактивы: пробирки, стеклянные палочки; растворы серной кислоты, соляной кислоты, сульфата меди, гексацианоферрата (III) калия, дихромата калия, хлорида меди, хлорида натрия; уротропин, формалин; медная и стальная проволока, гранулы цинка и олова, стальные и алюминиевые пластинки.

**Краткая теория к работе** Электрохимическая коррозия – это самопроизвольное разрушение металла при контакте с электролитами, протекающее с возникновением электрического тока.

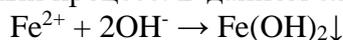
Процесс разрушения металла – это окислительный процесс, протекающий на аноде. Восстановительный процесс происходит на катоде и называется катодной деполяризацией. В кислой среде деполяризатором является водород, в нейтральной и щелочной средах протекает кислородная деполяризация. Например, коррозия железа в кислой среде:



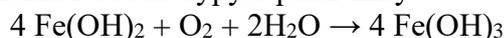
В щелочной и нейтральной средах процесс химической коррозии выражается следующими превращениями:



Анодное окисление и катодная деполяризация называются первичными коррозионными процессами. Если продукты первичных реакций образуют между собой нерастворимое соединение, происходит вторичный процесс. В данном случае:



Гидроксид железа (II) легко окисляется кислородом воздуха и образующаяся смесь  $\text{Fe(OH)}_2$  и  $\text{Fe(OH)}_3$  представляют собой бурую ржавчину:



Электрохимическая коррозия может быть усилена, если металл находится в контакте с другим металлом (образуется микрогальванический элемент) или металл содержит примеси других металлов (возникает большое число микрогальванических элементов). Металл с более электроотрицательным значением электродного потенциала будет являться анодом, а значит будет корродировать:  $\text{Me}^0 - 2e \rightarrow \text{Me}^{n+}$ .

Другой металл будет катодом и на нем происходит в кислой среде водородная деполяризация, а в нейтральной и щелочной – кислородная деполяризация. В любом случае поток электронов направлен от более активного металла к менее активному. Скорость коррозии тем больше, чем больше разность электродных потенциалов металлов, образующих гальваническую пару.

Одним из факторов, влияющих на скорость электрохимической коррозии сплавов, является образование микрогальванических пар.

### **Опыт 1. Образование гальванической пары при химических процессах коррозии сплавов**

1. В пробирку налить 1–2 мл 2 н. серной кислоты и опустить гранулу цинка. Наблюдать выделение пузырьков водорода на цинковой грануле. Коснуться медной проволокой цинка. Наблюдать, как изменяется интенсивность выделения водорода и на каком из металлов он выделяется. Убрать медную проволоку от цинка и убедиться, что интенсивность выделения водорода снова изменяется. Записать схему гальванического элемента, образующегося при контакте  $\text{Zn} - \text{Cu}$ , и указать направление перехода электронов. Какой металл будет иметь отрицательный заряд и являться катодом для ионов водорода в растворе?

2. В две пробирки налить по 1–2 мл 2 н. серной кислоты. В одну из пробирок прибавить 0,5 мл раствора сульфата меди и в обе пробирки опустить по одной грануле цинка. Наблюдать различную интенсивность выделения водорода в пробирках. Что появилось на поверхности цинка в присутствии сульфата меди? Какова роль соли меди, в присутствии которой водород выделяется интенсивней? Записать уравнение реакции взаимодействия цинка с сульфатом меди.

### **Опыт 2. Коррозия оцинкованного и луженого железа**

В две пробирки налить на 1/2 их объема дистиллированную воду и добавить по 2–3 капли растворов 2 н. серной кислоты и гексацианоферрата (III) калия  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Последний является чувствительным реактивом на ионы  $Fe^{2+}$ , с которыми он дает синее окрашивание. Растворы перемешать стеклянной палочкой. Очистить наждачной бумагой две стальные проволоочки. Одной плотно обмотать гранулу цинка, другой – гранулу олова и опустить их в приготовленные растворы. Наблюдать через несколько минут помутнение раствора, в который погружена стальная проволочка в контакте с оловом. Как объяснить появление ионов  $Fe^{2+}$  в растворе? Представить схемы гальванических элементов в случае контакта Fe – Zn и Fe – Sn. Указать направление движения электронов при коррозии оцинкованного и луженого железа. В каком случае при местном разрушении защитного покрытия будет происходить ржавление железа под остающимся неизменным защитным слоем?

### ***Опыт 3. Испытание коррозионной устойчивости оксидных пленок***

Стальную пластинку тщательно очистить наждачной бумагой. Один конец пластинки зажать в держателе штатива, а под другим поместить пламя спиртовки. По мере нагревания пластинки на ней появляются цвета побежалости. После этого пластинку снять с огня и охладить. На охлажденную пластинку через каждые 2 см по длине пластинки налить по капле 0,1 н. раствора сульфата меди. По скорости появления медного пятна судят о защитных свойствах различных участков оксидной пленки, образующейся на металле.

### ***Опыт 4. Оксидирование***

Оксидирование стальных изделий проводят двумя способами: мокрым, или химическим, и сухим, который называется еще термическим. Для получения защитных пленок на изделиях из железа наиболее широко применяется химический способ. Химическое оксидирование проводят в растворах щелочных металлов. Нагреть приготовленный для оксидирования раствор до кипения и опустить в него стальные пластинки до появления на изделии красивого черного цвета с синеватым оттенком, после чего пластинки вынуть из раствора, тщательно промыть и испытать на коррозионную устойчивость, как указано в опыте 3. Сравнить защитные свойства оксидированных и неоксидированных пластинок, для чего нанести на их поверхность по капле 0,1 н. раствора сульфата меди.

### ***Опыт 5. Пассивирование алюминия***

В стаканчик с небольшим количеством насыщенного раствора дихромата калия  $K_2Cr_2O_7$  опустить алюминиевую пластинку, предварительно очищенную наждачной бумагой. Через 3–4 мин осторожно промыть пластинку водой. Промытую пластинку опустить во второй стаканчик с раствором хлорида меди  $CuCl_2$  (уровень раствора  $CuCl_2$  должен быть выше уровня раствора  $K_2Cr_2O_7$ ). Какая часть пластинки сразу же начинает омедняться? Омеднение какой части задерживается? Объяснить причину.

### ***Опыт 6. Ингибиторы коррозии***

В три пробирки налить по 5–6 мл раствора концентрированной соляной кислоты. В первую пробирку добавить немного измельченного уротропина, во вторую – 1–2 мл формалина. Третья пробирка контрольная. В каждую из пробирок опустить по кусочку железной стружки. Наблюдать интенсивность и время появления пузырьков в пробирках. Что называется ингибитором и каково его влияние на процесс коррозии?

### **Опыт 7. Активаторы, или стимуляторы, коррозии**

В две пробирки положить по кусочку алюминия. В одну прилить немного раствора сульфата меди  $\text{CuSO}_4$ . Отметить происходящие явления. В пробирку с раствором сульфата меди добавляют немного кристаллического хлорида натрия. Записать уравнения реакций. Какой ион в данном опыте является стимулятором? Какие стимуляторы еще знаете?

### **Контрольные вопросы**

1. В чем сущность электрохимической коррозии металлов?
2. Как будет влиять на коррозию железа контакт его с алюминием и как с никелем? Ответ мотивировать уравнениями реакций. Указать в каком случае и какой из металлов будет катодом, какой – анодом.
3. Медное изделие покрыто никелем. Будет ли сохраняться защитное действие никеля после повреждения поверхности покрытия? Ответ мотивировать уравнениями реакций.
4. Какой металл будет подвергаться электрохимической коррозии при нарушении сплошности покрытия при следующих условиях: а) цинк покрыт медью; б) железо покрыто оловом (луженое железо); в) медь – алюминием.
5. Медные листы склепаны алюминиевыми заклепками. Какой из металлов будет корродировать в нейтральной среде? Ответ мотивировать уравнениями реакций.
6. Стальные детали часто хромируют. Как влияет это покрытие на коррозионную устойчивость железных изделий? Что будет происходить при нарушении сплошности хромового покрытия? Какое это покрытие – анодное или катодное?
7. Привести примеры и объяснить сущность анодной и катодной защиты металлов от коррозии.
8. Каков механизм возникновения и протекания электрокоррозии под влиянием блуждающих токов? Каковы способы защиты от этого вида коррозии?

### **Библиографический список:**

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

### **Лабораторная работа №9.**

#### **«Химические свойства металлов»**

Цель работы – изучение химических свойств металлов.

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив-подставка, стеклянные палочки; растворы гидроксида натрия, соляной кислоты, азотной кислоты, серной кислоты (разбавленные и конц.); металлы: железо, алюминий, свинец, медь, цинк, магний; растворы солей этих металлов.

**Краткая теория к работе.** Все элементы главных подгрупп I и II групп периодической системы, а также водород и гелий, относят к s-элементам (всего 13 элементов). Электронная структура внешнего энергетического уровня имеет вид  $ns^1$  и  $ns^2$  соответственно.

Все они, кроме *водорода* и *гелия*, являются металлами. Металлы I группы называют *щелочными*, так как они реагируют с водой, образуя щелочи. Металлы II группы, за исключением бериллия и магния, называют *щелочноземельными*. Франций, завершающий I группу, и радий, завершающий II группу, являются *радиоактивными*.

Химические свойства s-элементов сходны между собой – они легко отдают свои валентные электроны, т.е. являются типичными восстановителями, и образуют ионы с устойчивыми конфигурациями благородных газов. Высокая восстановительная активность щелочных и щелочноземельных металлов проявляется в очень низких значениях их потенциалов (энергий) ионизации (ПИ) и электроотрицательностей (ЭО). Это активные металлы. Сверху вниз по группе их активность увеличивается, так как уменьшаются потенциалы ионизации. Как правило, они образуют соединения с ионным типом связи (кроме водорода – ковалентная связь).

Наиболее характерная степень окисления: +1, +2. У атомов s-элементов второй группы более устойчивая электронная конфигурация, состоящая из заполненного двумя электронами s-подуровня и незаполненного 2p-подуровня.

### ***Опыт 1. Химическая активность металлов (вытеснение одних металлов другими из растворов их солей)***

Исходя из активности металлов, их располагают в определенной последовательности (ряд напряжений металлов). Более активный металл (расположенный левее в ряду напряжений) будет вытеснять менее активный из раствора его соли. В растворы солей цинка, железа, свинца и меди опустить металлы: цинк, железо, свинец, медь (каждый металл в раствор соли, кроме своей). Где происходит вытеснение металлов? Соответствуют ли полученные результаты положению металлов в ряду напряжений? Написать уравнения химических реакций.

### ***Опыт 2. Реакции взаимодействия металлов с водой***

С водой взаимодействуют металлы, стоящие в ряду активности до железа, с образованием соответствующего гидроксида металла и водорода. Однако эта реакция протекает активно с металлами, стоящими до магния. Остальные металлы, как правило, покрыты оксидными пленками.

Кусочки магния или алюминия опустить в пробирку с водой. Записать наблюдения. Положить в пробирку немного алюминия и взболтать с 3–5 мл воды. Объяснить, почему реакция не идет. Кипятить алюминиевые опилки, добавив в пробирку 2–3 мл разбавленного раствора щелочи. Слить жидкость, несколько раз промыть опилки водой для удаления щелочи и оставить опилки в воде. Через некоторое время происходит выделение пузырьков газа. Составить уравнение реакции взаимодействия алюминия с водой. Указать условие возможности протекания этой реакции.

### ***Опыт 3. Взаимодействие металлов с растворами щелочей***

Амфотерные металлы (Zn, Al, Pb, Sn,...) взаимодействуют с растворами щелочей с образованием комплексных соединений и выделением водорода. В пробирки поместить немного Al, Zn, Pb и осторожно прилить разбавленный раствор гидроксида натрия. Что наблюдается? Составить уравнения реакций.

### ***Опыт 4. Получение и свойства гидроксидов амфотерных металлов***

1. К раствору соли алюминия в пробирке прилить по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка. Что он собой представляет, каков его цвет? Составить уравнение реакции в молекулярной и ионной форме.

2. Разделить осадок, полученный в опыте, на две пробирки. В одну пробирку прибавить разбавленный раствор соляной кислоты, в другую – раствор щелочи. Что наблюдается? Сделать вывод о химическом характере гидроксида. Составить уравнение реакции в молекулярной и ионной формах, имея в виду, что алюминат образуется в форме гидроксокомплекса.

### ***Опыт 5. Взаимодействие металлов с соляной кислотой***

Разбавленная соляная кислота взаимодействует с металлами, расположенными до водорода в ряду напряжений, с выделением водорода. Концентрированная кислота растворяет металлы, стоящие и после водорода (например, медь). В пробирки налить по 2–3 мл 2 н. соляной кислоты. Опустить в каждую пробирку указанные преподавателем кусочки металлов. Отметить наблюдения. Составить уравнения химических реакций.

#### ***Опыт 6. Взаимодействие металлов с серной кислотой***

Разбавленная серная кислота взаимодействует с металлами, расположенными до водорода в ряду напряжений, с выделением водорода. Концентрированная кислота взаимодействует с металлами, стоящими в ряду напряжений и после водорода (за исключением серебра, золота, платины). В зависимости от активности металла может выделяться либо оксид серы (IV), либо сера, либо сероводород. Повторить предыдущий опыт, заменив соляную кислоту серной кислотой. Сначала опыты проводить с разбавленной (2 н.)  $H_2SO_4$ , затем с концентрированной\*. Написать уравнения соответствующих реакций.

#### ***Опыт 7. Взаимодействие металлов с азотной кислотой***

Азотная кислота взаимодействует почти со всеми металлами (за исключением золота, платины, родия, иридия). В зависимости от природы металла и концентрации кислоты продуктами реакции могут быть  $NH_4NO_3$ , азот, оксиды азота ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ). Чем более активный металл взаимодействует с кислотой, тем более глубоко протекает восстановление азота. В две пробирки положить по кусочку меди. В одну из них налить 2–3 мл разбавленной азотной кислоты, в другую 2–3 мл концентрированной кислоты. Какой газ выделяется? Написать уравнения реакций.

В две пробирки положить по кусочку металла (цинк или магний), стоящих в ряду напряжений до водорода, прилить в одну из них 2–3 мл разбавленной азотной кислоты, в другую 2–3 мл концентрированной азотной кислоты. Сделать наблюдения. Написать уравнения реакций.

#### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите важнейшие физические и химические свойства металлов.
2. Какие металлы относятся к группе щелочных, щелочноземельных, «благородных» металлов, какие металлы называются черными и цветными металлами?
3. Какие металлы взаимодействуют со щелочами, пассивируются в конц. кислотах?
4. Как изменяются металлические свойства элементов в группах и периодах в периодической системе элементов?
5. Алюминиевая пластинка опущена в раствор хлорида никеля и хлорида меди. Какой металл осаждается? Написать уравнение реакции.

#### **Библиографический список:**

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

## Приложение 1

Произведения растворимости малорастворимых в воде веществ при 25 ° С

Вещество	ПР	Вещество	ПР
AgBr	$7,7 \cdot 10^{-13}$	CdS	$1 \cdot 10^{-29}$
AgCN	$2,0 \cdot 10^{-12}$	Co(OH) <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-16}$
AgSCN	$1 \cdot 10^{-12}$	Cu <sub>2</sub> S	$2,5 \cdot 10^{-50}$
AgCl	$1,6 \cdot 10^{-10}$	CuS	$4 \cdot 10^{-38}$
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$6,2 \cdot 10^{-12}$	FeCO <sub>3</sub>	$2,5 \cdot 10^{-11}$
Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	$4,05 \cdot 10^{-12}$	Fe(OH) <sub>2</sub>	$4,8 \cdot 10^{-16}$
AgI	$1 \cdot 10^{-16}$	Fe(OH) <sub>3</sub>	$4 \cdot 10^{-38}$
BaCO <sub>3</sub>	$8,0 \cdot 10^{-9}$	FeS	$4 \cdot 10^{-19}$
BaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$1,7 \cdot 10^{-7}$	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-18}$
BaCrO <sub>4</sub>	$2,3 \cdot 10^{-10}$	Mg(OH) <sub>2</sub>	$5 \cdot 10^{-12}$
BaSO <sub>4</sub>	$1,1 \cdot 10^{-10}$	MgS	$2,0 \cdot 10^{-15}$
CaCO <sub>3</sub>	$4,8 \cdot 10^{-9}$	Mn(OH) <sub>2</sub>	$4 \cdot 10^{-14}$
CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$2,5 \cdot 10^{-9}$	MnS	$1,4 \cdot 10^{-15}$
CaSO <sub>4</sub>	$6,1 \cdot 10^{-5}$	NiCO <sub>3</sub>	$1,4 \cdot 10^{-7}$
Ni(OH) <sub>2</sub>	$7 \cdot 10^{-14}$	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	$1,0 \cdot 10^{-30}$
PbCO <sub>3</sub>	$1,5 \cdot 10^{-13}$	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	$1,0 \cdot 10^{-10}$
PbCl <sub>2</sub>	$1,7 \cdot 10^{-5}$	SnS	$1 \cdot 10^{-28}$
PbCrO <sub>4</sub>	$1,7 \cdot 10^{-13}$	SrCO <sub>3</sub>	$1,0 \cdot 10^{-9}$
PbI <sub>2</sub>	$8,7 \cdot 10^{-9}$	SrC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$5,6 \cdot 10^{-8}$
Pb(OH) <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-16}$	SrSO <sub>4</sub>	$2,8 \cdot 10^{-7}$
PbS	$1 \cdot 10^{-29}$	Zn(OH) <sub>2</sub>	$5 \cdot 10^{-17}$
PbSO <sub>4</sub>	$2 \cdot 10^{-8}$	ZnS	$8 \cdot 10^{-26}$

## Приложение 2

Константы диссоциации кислот и оснований



Соединение	Формула	$K_{дис}$
Азотистая кислота	HNO <sub>2</sub>	$5,1 \cdot 10^{-4}$
Кремневая кислота	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	$2,2 \cdot 10^{-10}$ (K <sub>1</sub> ) $1,6 \cdot 10^{-12}$ (K <sub>2</sub> )
Муравьиная кислота	HCOOH	$1,7 \cdot 10^{-4}$
Сернистая кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	$1,3 \cdot 10^{-2}$ (K <sub>1</sub> ) $6,3 \cdot 10^{-8}$ (K <sub>2</sub> )
Сероводородная кислота	H <sub>2</sub> S	$8,9 \cdot 10^{-8}$ $1,3 \cdot 10^{-13}$
Синильная кислота	HCN	$4,9 \cdot 10^{-10}$
Угольная кислота	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$4,5 \cdot 10^{-7}$ (K <sub>1</sub> ) $4,7 \cdot 10^{-11}$ (K <sub>2</sub> )
Уксусная кислота	CH <sub>3</sub> COOH	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Фосфорная кислота (орто)	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	$7,6 \cdot 10^{-3}$ $6,2 \cdot 10^{-8}$ $4,4 \cdot 10^{-13}$
Щавелевая кислота	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	$5,6 \cdot 10^{-2}$ (K <sub>1</sub> ) $5,1 \cdot 10^{-5}$ (K <sub>2</sub> )
Гидроксид аммония	NH <sub>4</sub> OH	$6,3 \cdot 10^{-5}$
Гидроксид бария	Ba(OH) <sub>2</sub>	$2,3 \cdot 10^{-1}$
Гидроксид кальция	Ca(OH) <sub>2</sub>	$4,3 \cdot 10^{-2}$ (K <sub>2</sub> )
Гидроксид магния	Mg(OH) <sub>2</sub>	$2,5 \cdot 10^{-3}$ (K <sub>2</sub> )
Гидроксид меди	Cu(OH) <sub>2</sub>	$3,4 \cdot 10^{-7}$ (K <sub>2</sub> )
Гидроксид серебра	AgOH	$1,1 \cdot 10^{-4}$
Гидроксид хрома	Cr(OH) <sub>3</sub>	$1,02 \cdot 10^{-10}$ (K <sub>3</sub> )
Гидроксид цинка	Zn(OH) <sub>2</sub>	$4,0 \cdot 10^{-5}$ (K <sub>2</sub> )
Гидроксид марганца	Mn(OH) <sub>2</sub>	$5,0 \cdot 10^{-4}$ (K <sub>2</sub> )
Гидроксид никеля	Ni(OH) <sub>2</sub>	$2,5 \cdot 10^{-5}$ (K <sub>2</sub> )
Гидроксид железа	Fe(OH) <sub>3</sub>	$1,35 \cdot 10^{-12}$ (K <sub>3</sub> )
Гидроксид алюминия	Al(OH) <sub>3</sub>	$1,38 \cdot 10^{-9}$ (K <sub>3</sub> )

Приложение 4

Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы ( $\varphi^\circ$ )  
(ряд напряжений металлов)

Элемент	Электродный процесс	$\varphi^\circ$ , В
Li	$\text{Li} - e \leftrightarrow \text{Li}^+$	-3,04
Rb	$\text{Rb} - e \leftrightarrow \text{Rb}^+$	-2,95
K	$\text{K} - e \leftrightarrow \text{K}^+$	-2,93
Cs	$\text{Cs} - e \leftrightarrow \text{Cs}^+$	-2,92
Ba	$\text{Ba} - 2e \leftrightarrow \text{Ba}^{+2}$	-2,90
Sr	$\text{Sr} - 2e \leftrightarrow \text{Sr}^{+2}$	-2,89
Ca	$\text{Ca} - 2e \leftrightarrow \text{Ca}^{+2}$	-2,87
Na	$\text{Na} - e \leftrightarrow \text{Na}^+$	-2,71
Mg	$\text{Mg} - 2e \leftrightarrow \text{Mg}^{+2}$	-2,37
Al	$\text{Al} - 3e \leftrightarrow \text{Al}^{+3}$	-1,66
Ti	$\text{Ti} - 2e \leftrightarrow \text{Ti}^{+2}$	-1,63
Mn	$\text{Mn} - 2e \leftrightarrow \text{Mn}^{+2}$	-1,18
Zn	$\text{Zn} - 2e \leftrightarrow \text{Zn}^{+2}$	-0,76
Cr	$\text{Cr} - 3e \leftrightarrow \text{Cr}^{+3}$	-0,74
Fe	$\text{Fe} - 2e \leftrightarrow \text{Fe}^{+2}$	-0,44
Cd	$\text{Cd} - 2e \leftrightarrow \text{Cd}^{+2}$	-0,40
Co	$\text{Co} - 2e \leftrightarrow \text{Co}^{+2}$	-0,28
Ni	$\text{Ni} - 2e \leftrightarrow \text{Ni}^{+2}$	-0,25
Sn	$\text{Sn} - 2e \leftrightarrow \text{Sn}^{+2}$	-0,14
Pb	$\text{Pb} - 2e \leftrightarrow \text{Pb}^{+2}$	-0,13
H	$\text{H}_2 - 2e \leftrightarrow 2\text{H}^+$	0,00
Sb	$\text{Sb} - 3e \leftrightarrow \text{Sb}^{+3}$	+0,20
Bi	$\text{Bi} - 3e \leftrightarrow \text{Bi}^{+3}$	+0,22
Cu	$\text{Cu} - 2e \leftrightarrow \text{Cu}^{+2}$	+0,34
Ag	$\text{Ag} - e \leftrightarrow \text{Ag}^+$	+0,80
Hg	$\text{Hg} - 2e \leftrightarrow \text{Hg}^{+2}$	+0,85
Pt	$\text{Pt} - 2e \leftrightarrow \text{Pt}^{+2}$	+1,19
Au	$\text{Au} - 3e \leftrightarrow \text{Au}^{+3}$	+1,50

### Список использованной литературы

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.
2. Коровин, Николай Васильевич. Общая химия [Текст] : Учебник / Коровин, Николай Васильевич. - 6-е изд. ; испр. - М. : Высшая школа, 2005. - 558 с. : ил.
3. Лидин, Р.А. Справочник по общей и неорганической химии [Текст] / Лидин, Ростислав Александрович. - 2-е изд.; испр. и доп. - М.: КолосС, 2008. - 350 с.
4. Павлов, Н.Н. Общая и неорганическая химия: Учебник для студ. вузов по спец. "Технология продуктов питания", "Защита окружающей среды" / Павлов, Николай Николаевич. - 3-е изд.; перераб. и доп. - М.: Лань, 2011. - 448 с.
5. Хаханина, Татьяна Ивановна. Неорганическая химия [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям / Хаханина, Татьяна Ивановна, Никитина, Нина Георгиевна, Гребенькова, Валентина Иосифовна. - М. : Юрайт, 2010. - 288 с. - (Основы наук).
6. Хомченко, Г.П. Неорганическая химия [Текст]: Учеб.для студентов с.-х.вузов/ Г.П. Хомченко, И.К. Цитович - 2-е изд. перер. и доп. - СПб: ООО «ИТК Гранит»,2009- 464с.
7. Глинка Н.Г. Задачи и упражнения по общей химии/ Глинка Н.Г. // Ленинград, «Химия» - 1985.-262с.
8. Платонов Ф.П. Практикум по неорганической химии / Платонов Ф.П., Дейлова З.Е.//Москва Высш. шк.-1985. – 252с.
9. Практикум по общей химии/ Под редакцией д. х. н. профессора Глебова А.Н., - 5е изд.// Казань, «Экоцентр» - 2006. – 92 с.

## Содержание

1. Введение.....	3
2. Порядок работы в химической лаборатории.....	4
3. Правила безопасности при работе студентов в химической лаборатории.....	4
4. Правила пользования реактивами, посудой.....	4
5. Оказание первой помощи в лаборатории при несчастных случаях.....	5
6. Оформление лабораторных работ.....	5
7. Лабораторная работа № 1. «Строение атома. Заполнение энергетических уровней. Описание свойств элементов по положению в П.С.Э.».....	7
8. Лабораторная работа № 2. «Получение и свойства неорганических веществ».....	11
9. Лабораторная работа № 3. «Скорость химической реакции и факторы, влияющие на нее. Катализ. Смещение химического равновесия».....	14
10. Лабораторная работа № 4. «Приготовление растворов с заданной концентрацией».....	17
11. Лабораторная работа №5. «Электролитическая диссоциация. Гидролиз солей».....	19
12. Лабораторная работа №6. «Восстановление перманганат-иона в различных средах .....	23
13. Лабораторная работа № 7. «Электролиз растворов электролитов». ....	24
14. Лабораторная работа №8. «Коррозия металлов и способы их защиты».....	26
15. Лабораторная работа №9. «Химические свойства металлов».....	29
16. Приложения.....	31
17. Список литературы.....	34

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

Кафедра селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии

# Рабочая тетрадь

**ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ  
ЗАНЯТИЙ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ АВТОДОРОЖНОГО ФАКУЛЬТЕТА  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
23.03.01 Технология транспортных процессов**  
Студента \_\_\_\_\_ группы  
\_\_\_\_\_ факультета

---

Ф.И.О.

Рязань, 2022

Составители: кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии

д.с-х.н профессор Левин В.И.

Рецензент: д.б.н., профессор Виноградов Д. В.

Рабочая тетрадь рассмотрена и утверждена на заседании кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии

Протокол № 8 «\_22\_»\_марта\_2022 г.

Заведующий кафедрой Фадькин Г.Н.



Рабочая тетрадь одобрена учебно-методической комиссией автодорожного факультета по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов  
Протокол №\_8\_ от 09 марта 2022 г.

Председатель учебно-методической комиссии Тетерина О.А. \_\_\_\_\_



## Содержание:

	Введение	4
1	Предмет, цели и задачи экологии	5
2	Биосферный комплекс - концепция развития, основные положения и законы	6
3	Основы учения о популяциях	13
4	Биогеоценоз и его организационная структура	15
5	Способы переработки отходов.	22
6	Мониторинг окружающей природной среды	25
7	Определение токсичности почв методом биотестирования	27
	Библиографический список	34

## Введение

Рабочая тетрадь для выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Экология» разработана с целью закрепления теоретического материала, полученного на лекционном курсе.

В начале практической работы ставятся задачи, которые студенты должны решить в процессе выполнения задания. Исходные данные берутся в лекционном курсе или в учебной литературе.

После оформления работы студент сдает ее на проверку и, после исправлений возможных ошибок, отмеченных преподавателем, получает отметку о выполнении лабораторной работы с указанием даты выполнения и подписи проверяющего.

## Тема 1 Предмет, цели и задачи экологии

Цель работы: Изучить и закрепить теоретический материал по теме: «Изучение истории развития экологии как науки»

Отметка о выполнении
_____
дата
_____

### Вводные пояснения:

**Экология** — это наука, изучающая отношения организмов с окружающей средой. В идеале она стремится раскрыть и познать все многообразие взаимодействия между населяющими нашу планету животными, растениями и средой обитания.

Термин «экология» впервые употребил знаменитый немецкий биолог Э.Геккель (1834 - 1919) в 1866 г., образовав его от двух греческих слов, означающих в переводе «наука о местообитании». По Э. Геккелю, экология представляет собой науку о «домашнем быте» живых организмов и призвана исследовать «все те замкнутые взаимоотношения, которые Ч. Дарвин условно обозначил как борьбу за существование».

Экологические исследования стали проводиться в начале XX века в связи с возрастающим антропогенным воздействием на биосферный комплекс, год от года они все более развивались, а в последние десятилетия ушедшего века исследования в области экологии стали проводиться по специальной программе в рамках международных соглашений и конвенций по охране и сохранению окружающей среды, важнейшие из них:

- 1972г. Стокгольмская конференция по охране окружающей среды. Провозглашено право человека на чистую окружающую среду и суверенное право государств на эксплуатацию принадлежащих им ресурсов в соответствии с их собственной политикой в области окружающей среды. Государства несут ответственность за обеспечение того, чтобы деятельность в пределах их юрисдикции или контроля не причиняла ущерба окружающей среде других государств или районам за пределами национальной юрисдикции;
- 1985г. Венская конвенция об охране озонового слоя;
- В 1987г. Монреальский протокол о постепенном сокращении, а затем и полном прекращении выпуска озоноопасных хладагентов. Но проблема продол-

жала обостряться, и в ноябре 1992 года в Копенгагене на очередной встрече стран - участниц Монреальского протокола была принята более жесткая редакция этого документа;

- 1992г. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением;
- 1992г. Рио-де-Жанейро - Конвенция о биологическом разнообразии;
- 1998г. Орхусская конвенция о доступе к экологической информации;
- 1997г. Киотский протокол рамочной конвенции организации объединенных наций об изменении климата;
- 1998г. Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле;
- 2000 г. Картахенский протокол о биологической безопасности.

Выполнение работы:

1. Основная цель экологии.

---

---

---

2. Задачи и значение экологии в современном развитии общества.

---

---

---

---

---

---

3. Какие уровни организации биологических систем изучает экология?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

## Тема 2 Биосферный комплекс - концепция развития, основные положения и законы

Отметка о  
выполнении

дата

Цель работы: изучить основные научные положения развития биосферы по В.И. Вернадскому, законы лимитирующего фактора и толерантности, круговороты азота и фосфора. Самостоятельно заполнить данную работу.

Вводные пояснения:

Учение о биосфере принадлежит к важнейшим теоретическим достижениям человечества. Впервые к понятию «биосферы» (без употребления самого термина) еще в начале XIX в. подошел Ж.Б.Ламарк, в чьих работах можно найти множество геохимических идей. Позднее (1863г.) французский исследователь Э.Реклю применил термин «биосфера» для обозначения области распространения жизни на земной поверхности. В 1875 г. австрийский геолог Э.Зюсс назвал биосферой особую оболочку Земли, включающую совокупность всех организмов, противопоставив ее другим земным оболочкам (атмосфере, гидросфере, литосфере). Начиная с работ Зюсса, биосфера трактуется как совокупность населяющих Землю организмов. Законченное учение, связанное с термином биосфера, было создано русским ученым В.И.Вернадским. В 1926г. идеи В.И.Вернадского были сформулированы в книге «Биосфера», состоящей из двух очерков – «Биосфера и космос» и «Область жизни». Позднее различные стороны биосферного учения В.И.Вернадский рассматривал в статьях и большой монографии «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения». Главная мысль этого учения заключается в утверждении, что «...жизнь подчиняет себе другие планетарные процессы, определяет химическое состояние наружной коры нашей планеты. Живые организмы существующие, стареющие и умирающие уже в течение сотен лет порождают всеобщий планетарный процесс - миграцию

химических элементов в биосфере, движение земных атомов... Живое органическое вещество - носитель свободной энергии в биосфере...». Живое вещество - функция биосферы, которая, в свою очередь, преобразована живым веществом.

По подсчетам ученых, живое вещество биосферы образует 1800 тыс. видов, общий объем которых составляет 2488 м<sup>3</sup>, или 2423 млрд.т. Эта масса живого вещества сосредоточена в 1400 тыс. км<sup>3</sup>, т.е. в объеме биосферы.

Выполнение работы:

1. Напишите определение биосферы.

---

---

---

2. Изложите кратко основные научные положения развития биосферы по В.И. Вернадскому.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Напишите принципы распространения организмов в биосферном комплексе и укажите для них границы биосферы.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. В чем сущность лимитирующего показателя в экологии?

---

---

---

5. Как экологическая валентность связана с эвритопными и стенотопными видами растительного и животного мира?

---

---

---

---

6. В чем сущность: а) закона толерантности В. Шелфорда

---

---

---

---

---

---

---

Поясните записи на графике

Рис.1. Закон В. Шелфорда

7. Раскройте значение экологического гомеостаза, почему гомеостаз для биологических систем носит динамический характер?

---

---

---

---

---

---

---

8. Что означает термин «среда обитания», какие экологические факторы она включает?

---

---

---

---

---

---

---

9. Как влияет эдафический фактор на распространение организмов?

10. Опишите по В.И. Вернадскому

а) «биогеохимические циклы»

---

---

---

---

---

---

---

---

---

б) функции живого вещества в биосфере.

---

---

---

---

---

---

---

---

11. Опишите и составьте схему:

а) круговорота азота;

---

---

---

---

---

б) фосфора;

---

---

---

---

---

---

в) укажите в чем их принципиальное отличие?

---

---

---

### Тема 3 Основы учения о популяциях

**Цель работы:** закрепить теоретические знания по теме: «Учения о популяции»



#### **Вводные пояснения:**

«Популяция — любая, способная к самовоспроизведению совокупность особей одного вида, более или менее изолированная в пространстве и времени от других аналогичных совокупностей одного и того же вида» (А.М. Гиляров, 1990): Популяция — «ячейка» биоты, которая является основой ее существования: в ней происходит самовоспроизводство живого вещества, она обеспечивает выживание вида, т.е. является элементарной единицей эволюционного процесса, тогда как вид есть его качественный этап. Количественные показатели популяций разделяют на статические и динамические (В.И. Коробкин, Л.В. Передельский, 2006г.)

В XVII в. было установлено, что численность популяций растет по закону геометрической прогрессии, в конце XVIII в. Томас Мальтус выдвинул (1766-1834) теорию о росте численности населения в геометрической прогрессии.

Экспоненциальный рост численности организмов определяется

$$\text{уравнением: } N_t = N_j e^{rt},$$

где:  $N_t$  — численность популяции в момент времени  $t$ ;  $N_j$  — численность популяции в начальный момент времени  $t_0$ ;  $e$  - основание натурального логарифма (2,7182);  $rt$  - показатель, характеризующий темп размножения особей в данной популяции

Экспоненциальный рост возможен, когда  $r$  имеет постоянное численное значение, так как скорость роста популяции пропорциональна самой численности:

$$\Delta N / \Delta t = rN, \text{ при } r - \text{const.}$$

Таким образом, **экспоненциальный рост численности популяции** – это рост численности её особей в неизменяющихся условиях.

Чтобы рассчитать **скорость роста численности**, необходимо знать «величину **чистой скорости воспроизводства (R)**, которая показывает, во сколько раз увеличивается численность популяции за одно поколение, за время его жизни  $t$ .

$R = N_t / N_1$ , где  $N_t$  - численность нового поколения;  $N_1$  - численность особей предшествующего поколения (В.И. Коробкин, Л.В., Передельский 2006).

Выполнение работы:

1. Какие статистические и динамические показатели характеризуют состояние популяции на данный момент времени. Раскройте смысл этих терминов.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Приведите определение и формулу расчета удельной рождаемости /смертности/ популяции.

---

---

---

3. Определите скорость рождаемости ( $\Delta N_n$ ) и величину удельной рождаемости (В) за час, если известно, что популяция крупноресничных инфузорий составляла 200 особей, а спустя сутки численность возросла до 1000.

---

---

---

---

---

---

---

#### Тема 4 Биогеоценоз и его организационная структура

Отметка о выполнении
_____
— дата

Цель работы: закрепить теоретические знания по теме «Биоценоз и его структура»

Вводные пояснения:

**Биогеоценоз** - основной объект изучения науки биогеоценологии, начало которого было положено выдающимся советским биологом академиком В. Н. Сукачевым в статье «Идея развития в фитоценологии» (Биологические науки, 1942). В этой статье и в ряде последующих работ В. Н. Сукачев изложил основные положения биогеоценологии и дал понятие о биогеоценозе.

Выполнение работы:

1. В состав биогеоценоза входят следующие компоненты:

---

---

---

---

---

---

---

2. Какие два компонента биогеоценоза, относящиеся к неживой природе, образуют косное единство - экотоп?

---

---

---

---

---

---

В. Н. Сукачев в одной из своих последних работ дал такое определение биогеоценоза: «Биогеоценоз — это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий, имеющая свою особую специфику взаимодействий этих слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и с другими явлениями природы и представляющая собой внутреннее противоречивое диалекти-  
единство, находящееся в постоянном движении, развитии»

Заполните блоки схемы прямых и опосредованных связей между структурными компонентами биогеоценоза.

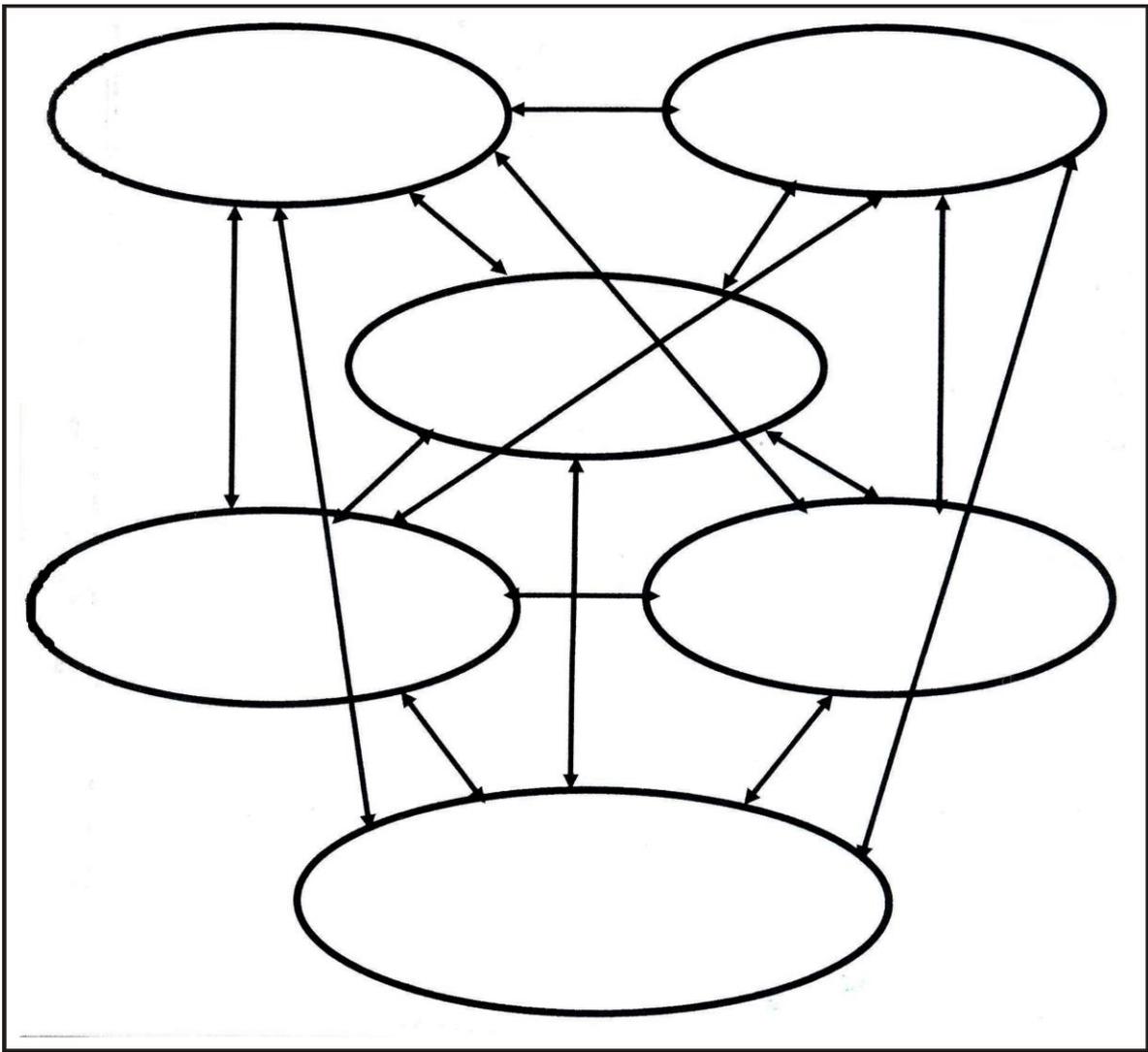


Рис.2. Межкомпонентные связи в биогеоценозе

Выделите на схеме био и геоценоз

4. Напишите современное определение биогеоценоза.

---



---



---



---

5. Напишите определение экологической ниши.

---



---



---

6. Что означает термин "местообитание"?

---

---

---

Растительный компонент выступает как аккумулятор лучистой энергии

Солнца, так как зеленые растения, как известно, из углекислоты, минералы солей и воды за счет этой энергии синтезируют первичную биологическую продукцию (растительные жиры, белки, углеводы и т. п.).

7. Составьте схему биологического круговорота и опишите функцию каждого компонента в биосферном комплексе .

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Структурной основой пространственного размещения базовых элементов биогеоценоза является растительный компонент – фитоценоз. Относительно равное распределение в пространстве материальных ресурсов явилось причиной того, что для фотосинтеза растения определенных групп ведут «прикрепленный» образ жизни, именно эта экологическая особенность и определяет хорошо выраженное структурное оформление их на ярусы и микрогруппировки.

Растительным же компонентом, как правило, определяются и границы биогеоценоза, так как растительность для живых компонентов (животных, микроорганизмов) служит источником питания, убежищем от врагов и т.и. Косные же компоненты биогеоценоза (почва, почвенно-грунтовые воды, местный климат),

напротив, сами служат материальной базой функционирования растительного сообщества и тем самым также пространственно связаны с ним.

Структурные элементы растительного сообщества называются синузиями.

8. Напишите классическое определение синузии.

---

---

---

---

9. Вертикально обособленные синузии как структурные части фитоценоза в наземной и подземной (почвенной) или водной среде называются

---

В наземной (воздушной) среде яростность фитоценоза определяются размерами, долголетием, формой роста растений, а также отношением их к свету и теплу и влажности воздуха. В подземной же среде ярусное строение фитоценоза обусловлено типом корневой системы растений, отношением их к почвенной влаге и минеральному богатству почвы, а также механическими и химическими свойствами почвы и распределением минеральных веществ по почвенному профилю..

10. Приведите примеры ярусного типа распространения биологических объектов

---

---

---

Расчленение фитоценоза по площади на разнообразные по размерам, флористическому составу, приуроченности к тем или иным элементам микро и макро- рельефа микрогруппировки – явление достаточно широко распространение в природе. Оно известно под названием **мозаичности сложения фитоценоза** определяется особенностями произрастания и распределения по площади господствующих растений, характером поверхности почвы, начальным этапом

формирования растительного сообщества и т.п., а также агрофитоценозы, представленные посевами и посадками культурных растений.

11. Горизонтально обособленные синузии, как структурные части фитоценоза называются \_\_\_\_\_.

Кроме того, выделяются разновременные синузии, называемые аспектами, которые представляют собой структурные части фитоценоза во времени обусловлены различным ритмом сезонного и погодичного развития господствующих в фитоценозе растений.

На основе учета горизонтальной неоднородности растительного компонента лесных биогеоценозов выделяются горизонтальные структурные элементы геоценоза, названные **парцеллами**.

Например, в ельнике зеленчуково-осоковым выделены следующие парцеллы:

- а) елово-зеленчуковая,
- б) елово-кисличная,
- в) елово-волосисто-осоковая,
- г) елово-костянично-моховая,
- д) елово-лещиновая,
- е) осино-елово-медоничная,
- ж) крупнопапоротниковая в «окнах» и др.

Каждая парцелла характеризуется не только отмеченными особенностями флористического состава, но и свойственными ей экологическими режимами – световым, тепловым, режимом увлажнения и минерального питания, продуктивностью и общим запасом фитомассы, количеством и качеством отлагающейся на поверхности почвы органики населения, особенностями состава и численности животного и микробного населения и некоторыми особенностями обмена вещества и энергией.

Парцеллы биогеоценозов разнообразны. Они подразделяются:

по происхождению на коренные и производственные:

по роли в структуре и обмене веществ – на основе (наибольшие по площади, образующие) и дополняющие – вкрапленные в этот общий фон биогеоценоза; по тенденции развития – на устойчивые, прогрессивные (расширяющиеся по площади) и реликтовые, отмирающие в условиях данного биогеоценоза.

12. На основе представленного материала напишите определение парацеллы.

---

---

---

Вертикальные и горизонтальные размещение микроорганизмов, составляющих микробный биокомплекс биогеоценоза, определяется биологическими особенностями микроорганизмов, физико-химическими свойствами среды обитания, составом и структурой растительного состава и структурой растительного компонента – фитоценоза. Значительная концентрация различных групп микроорганизмов отмечается прежде всего в лесной подстилке, степном или луговом войлоке, затем в верхнем и нижнем гипсовом горизонте почвы. Последнее связано с выделением корнями растений различных физиологически активных и питательных веществ – органических кислот, сахаров, фитонцидов и т.п.

Таким образом, на основе вертикального и горизонтального расчленения фитоценоза происходит размещение и других живых компонентов биогеоценоза животных и микроорганизмов.

В подземной (почвенной) части биогеоценозов на основе учета протекающей в ней физико-химических и других процессов следует выделить биогеоценозические горизонты.

БГАА – биогеоризонт активной аккумуляции сырой органической массы в виде подстилки, войлока т.п.;

БГА – биогеоризонт аккумуляции гумусовых веществ, соответствующий гумусовому горизонту почвы;

БГИТ- биогеоризонт интенсивного транзита гумусовых и подвижных минеральных соединений и наибольшего обеднения ими (соответствует элювиальному горизонту почвы);

БГВА- биогеоризонт вторичной аккумуляции органических – минеральных соединений изменением их физического состояния (соответствует иллювиальному горизонту почвы);

БГГГ- биогеоризонт глубинного транзита или накопления органических и минеральных соединений, выбывающих из биогеоценозического обмена.

13. Напишите определение биогеоценозического обмена.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Тема 5 Способы переработки отходов.

Отметка о выполнении
_____
— дата

Цель работы: описать процессы утилизации и очистки различных видов отходов и этапы биологической очистки сточных вод.

Вводные пояснения:

С ростом городов обостряется проблема утилизации отходов городского коммунального хозяйства, среди которых особое место занимает осадок сточных вод (ОСВ), являющийся продуктом многоэтапной обработки бытовых и промышленных сточных вод.

Осадки городских сточных вод становятся в настоящее время все более серьезным источником загрязнения почвы и водоемов. Только на очистных сооружениях городов России их образуется более 100 млн. м<sup>3</sup> в год. Из этого количества лишь 10 – 15 % подвергается обработке в соответствии с современными экологическими требованиями и еще меньшая часть (не более 1.5%) утилизируется.

Выполнение работы:

1. Напишите определение рециклинга в различных отраслях промышленности и раскройте принцип ресурсосберегающих технологий.

---

---

---

---

---

2. Опишите процессы утилизации и очистки различных видов отходов.  
б) компостирование органических отходов;

---

---

---

---

---

---

---

---

Осадков в метантенках;

---

---

---

---

---

---

---

---

Стабилизация осадков.

---

---

---

---

---

---

---

---

Заполните по блокам этапы биологической очистки сточных вод.

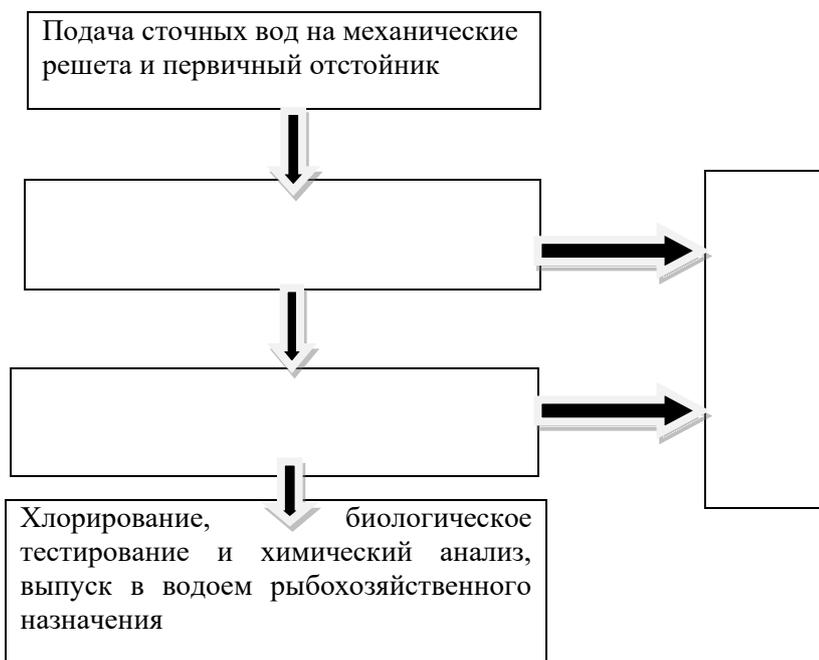


Рис. Схема биологической очистки сточных вод



## Тема 6 Мониторинг окружающей природной среды



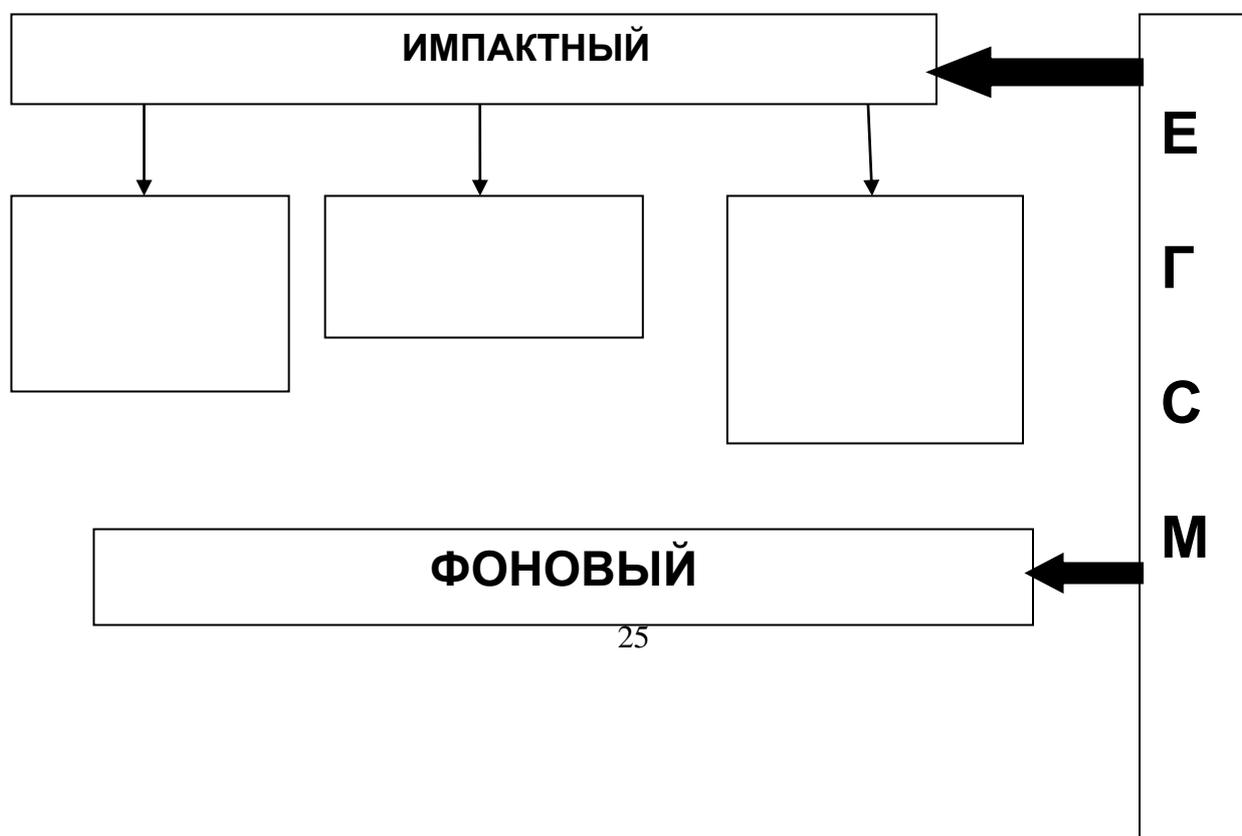
**Цель работы:** закрепить теоретический материал по теме: «Мониторинг окружающей среды». Составьте схему окружающей организации ЕГСМ (Единая Государственная служба мониторинга),

Вводные пояснения:

Экологический мониторинг – информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов.

Выполнение работы:

1. Составьте схему окружающей организации ЕГСМ (Единая Государственная служба мониторинга), опишите структурную взаимосвязь в системе мониторинга, охарактеризуйте основные типы мониторинга ОС.







вредителей, сорняков, болезней, а также уничтожающих переносчиков инвазионных заболеваний человека и животных, невозможно обойтись и использование их будет продолжаться еще многие годы.

Оценка экологических последствий применения химических средств в растениеводстве имеет ряд недостатков. Данные о содержании токсикантов в почве, определенные химическим методом, не всегда несут информацию об их токсичности для организмов. Токсичность - характеристика биологическая. Часто бывает, что химический анализ показывает наличие токсикантов, а токсичность не проявляется, и, наоборот, химический состав не может быть определен, а почва токсична. Продукты метаболизма пестицидных препаратов обладают часто более высокой токсичностью, чем сами препараты. Так, при разложении гептахлора образуется метаболит злоксид, который токсичнее препарата в два раза; хлорофосометаболит ДДФФ, превышающий, токсичность препарата в 7 - 8 раз. Химические данные не показывают влияние трансформации загрязнителей в почве, не дают интегральной оценки вреда, вызываемого суммарной токсичностью, обусловленной остатками препаратов, их метаболитами и метаболитами организмов.

Биотестирование по сравнению с химическим, анализом, методологически более верно. Под биотестированием понимается определение токсичности почвы и продукции по биологическим объектам, в частности по растениям - индикаторам. Слово биоиндикация образовано от греческого «bios- жизнь» и латинского «indicare- указывать». Под биологическим объектами понимаются любые биологические системы на различных уровнях организации живой материи (молекулы органических веществ, клетки, ткани, органы, организмы, популяции, виды, группировки, сообщества организмов), с включением при необходимости косных компонентов (биогеоценозы, почвы, ландшафты). При этом в целях биоиндикации используются генетические, биохимические и физиологические нарушения хромосом, биомембран, органелл, обмена веществ (белков и аминокислот, углеводов, включая фотосинтез; липидов,

минерального и энергетического обменов), активности ферментов и гормонов,-, морфологические- анатомические, биоритмические и но в еден чески е отклонения; флористические, фаунистические, популяционно -динамические, биогеоценоотические, ландшафтные изменения.

### **Показатели биоиндикаторов.**

Для выяснения тесноты связи биоиндикаторов с отдельными объектами индикации используют такие показатели:

- достоверность;
- распространенность;
- значимость.

Достоверность (Д) и распространенность (Р) — выраженные в долях от единицы или в процентах отношения числа случаев нахождения индикатора на объекте индикации (Т) к общему числу встреч индикатора (R) и индиката(S);

$$Д = Т/Р, Р = Т/С.$$

Значимость индикатора (Z) устанавливают путем сопоставления показателей его достоверности и распространенности. Количественно она может быть оценена в долях от единицы путем произведения достоверности на распространенность в том же измерении и при необходимости выражена в процентах.

Абсолютные индикаторы встречаются почти исключительно с объектом индикации, и их достоверность и распространенность превышают 90 - 95 %, а значимость - 0,8. У хороших индикаторов эти показатели составляют соответственно 80 - 95, 75 - 90 % и 0,6

0,8, удовлетворительных - 60 - 80, 50 - 75 % и 0,3 -0,6, сомнительных - 50 - 60, 20 - 50 %и 0,1 - 0,3 В ряде случаев целесообразно обращать внимание и на отрицательные индикаторы, распространенные на объектах фона и не встречающиеся или очень редко встречающиеся на объектах индикации.

### **Классификация биоиндикаторов.**

Понятие индикации в большинстве случаев относительно, В частности, ботанические индикаторы, как правило, проявляют свои свойства в пределах определенных природно - территориальных комплексов.

По степени устойчивости связи с индикатором они делятся на:

панареальные (сохраняют связь с индикатором на всей территории ареала);

зональные (имеют индикационное значение в пределах географических зон и подзон),

региональные (сохраняют свое значение в пределах одной или нескольких областей со сходными

физико - географическими условиями);

локальные обнаруживают связь с индикатором в одном физико - географическом районе).

По характеру связи синдикатом индикаторы делятся:

прямые, имеющие непосредственную связь с индикаторами;

косвенные, связанные с индикатором через промежуточное звено.

#### **По степени видимости.**

Хорошо и непосредственно видимые индикаторы получили название экзоиндикаторов, а замаскированные и скрытые - эндондикаторов.

Методы выявления индикаторов и индикационных признаков.

Индикационные признаки и индикаторы выявляют методами пассивного и активного мониторинга.

При пассивном мониторинге в популяциях, группировках, сообществах свободноживущих организмов, (вирусов, бактерий, грибов, лишайников, растений, животных), исследуют их состав, количественные показатели, структуру, видимые и незаметные отклонения от нормы, повреждения, обнаруживающие положительные корреляционные связи с вполне определенными индикаторами, и являющиеся следствием их прямого или косвенного влияния. Широкое распространение получили картографический и дистанционные методы с использованием аэрофото- и космических снимков,

перспективны биохимические и генетические биоиндикационные исследования. К пассивному мониторингу относятся и экспериментальные, в частности, вегетационные опыты, где оценивают биоиндикационные возможности реакций культивируемых организмов на действие различных по интенсивности природных и антропогенных факторов.

При активном мониторинге пытаются обнаружить прежде всего антропогенные стрессовые воздействия на тест - организмах, находящихся в стандартизированных условиях. При этом рекомендуется подвергать действию изучаемых факторов одновременно несколько видов растений или других организмов, различающихся по устойчивости к стрессорам, устанавливать особенности воздействия стрессоров в зависимости от их дозы. В качестве биотестов используются бактерии (особенно кишечная палочка), водоросли (в частности, хлорелла), низшие грибы, инфузории, низшие ракообразные, беззубки, личинки рыб, земноводных, семена редиса, табака.

Круг объектов индикации в последние годы все больше расширяется. К ним относятся индикация климата, геологического строения, горных пород, тектонических движений, форм рельефа, геоморфологических процессов, четвертичных отложений, полезных ископаемых, грунтовых вод, кислотности, засоления, увлажнения, механического состава, динамики почв, состояния и динамики растительности, пастбищной дигрессии, местообитаний животных, загрязнения, почвы, воды, воздуха газообразными неорганическими соединениями, тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами, нефтепродуктами, мутагенных факторов, эрозионных процессов, состояния экосистем, ландшафтов, сельскохозяйственных земель, появления вредителей и болезней и др.

Наибольшую ценность представляют биоиндикаторы, присутствующие на объекте индикации в большом количестве с высокой достоверностью, отличающиеся однородными свойствами, не требующие больших затрат для их выявления и получения достаточно точных и воспроизводимых результатов,

имеющие диапазоны погрешностей по сравнению с другими методами не более 20 %.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Приготовление почвенной вытяжки. 100 г почвы вносят в 250 мл колбу со 100 мл дистиллированной воды (1:1). Колбу закрывают резиновой пробкой и взбалтывают в течение 40 минут, затем почвенную вытяжку фильтруют через складчатые фильтры в чистые колбы.

### **Закладка опыта.**

Отобранные семена по 10 штук помещают в чашки Петри, заливают 10 мл почвенной вытяжки, вносят запас дистиллированной воды в количестве 10 мл. В каждую чашку семена помещают двумя порциями по 5шт.

### **Учет результатов опыта.**

Опыт учитывают на 7 сутки после прорастания семян при комнатной температуре. Измеряют общую длину корней проростков в каждой повторности, учитывая невсхожие семена. Контролем служат семена, залитые дистиллированной водой или выращенные на чистой почве.

После измерения длины корней в 2 повторностях рассчитывают среднюю длину проросших семян, а также процент снижения их длины по сравнению с контролем. Уменьшение длины корней проростков по отношению к контролю, выраженное в процентах, является показателем наличия токсикантов в почве. Достоверной считается токсичность 20 % и выше. Данные определений заносятся в таблицу 1.

Таблица 1-Анализ результатов опыта.

Варианты	Общее количество семян	Проросло семян, шт.	Всхожесть, %	Общая масса		Средняя масса одного проростка, г.	Средняя длина проростка, см.
				корней	проростков		

Контроль							
Образец 1.							
Образец 2.							
Образец 3.							

**Выводы:** По анализу результатов опыта студент делает выводы о наличии токсикантов в почве.

### **Контрольные вопросы.**

1. Дать определение биотестирования.
2. Какие биологические объекты используются в целях биоиндикации ?
3. Какие показатели биоиндикаторов вы знаете. Как проводится их расчет?
4. Какие показатели имеют абсолютные, хорошие, удовлетворительные и сомнительные индикаторы?
5. Дайте классификацию биоиндикаторов по степени устойчивости связи с индикатором?
6. Дайте классификацию биоиндикаторов по характеру связи с индикатором?
7. Как различаются биоиндикаторы по степени видимости?
8. Перечислите методы выявления индикаторов и индикационных признаков?
9. Что такое пассивный мониторинг. Какие методы его вы знаете?
10. Что такое активный мониторинг? Какие объекты в нем используются в качестве биотестов?

## Библиографический список

1. Астафьева, О.Е. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст]/ О.Е. Астафьева, А.В. Питрюк.-М: Издательский центр «Академия»,2013.- 272 с.
2. Батычко В.Т. Экологическое право [Электронный ресурс]/В.Т. Батычко.- Таганрог., 2009- Режим доступа [www.aup.ru](http://www.aup.ru)
3. Бродский, А.К. Биоразнообразие[Текст] учебник для студ. Учреждений высш. проф.образования/ А.К. Бродский.-М.: Издательский центр «Академия», 2012.- 208 с. –(Сер.Бакалавриат).
4. Горелова А А. Экология [Электронный ресурс]/ А.А. Горелова.-М.: Высшая школа.- 2007.-Режим доступа [www.alleng.ru](http://www.alleng.ru)
5. Гусейханов М, Раджабов О. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс]/М Гусейханов, О. Раджабов.- учебник М.,- Режим доступа [www.gumer.info](http://www.gumer.info)
6. Егоренков, Л.И. Охрана окружающей среды [Текст]: учебное пособие. / Л.И. Егоренков -М.:ФОРУМ; ИНФРА-М, 2013 – 256с.(Бакалавриат)
7. Карпенков С.Х. Экология[Электронный ресурс]: учебник:/ С.Х Карпенков Логос. .: Книгофонд 2014 г.
8. Коробкин, В.И. Экология и охрана окружающей среды[Текст]: учебник./ В.И. Коробкин., Л.В. Передельский -М.: КНОРУС, 2013.- 336 с. (Бакалавриат)
9. Маврищев, В.В. Общая экология [Текст] учебник для студ/В.В. Маврищев.-М.: ИНФРА.,2012-299с.
- 10.Маликова Т.Ш., Агадуллина А.Х., Николаева С.В. и др. Эколого-экономическая оценка воздействия на окружающую среду[Электронный ресурс]/ Т.Ш. Маликова, А.Х Агадуллина, С.В. Николаева.- учебное пособие по направлению подготовки магистрантов 280200.68 Защита окружающей среды, Уфа:

Уфимская государственная академия экономики и сервиса, БиблиоРоссика 2011

11. Марфенин, Н.Н. Экология [Текст]: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. / Н.Н. Марфенин - М.: Издательский центр «Академия», 2012. - 512 с. – (Сер. Бакалавриат).
12. Нормирование качества окружающей среды, 2011 [Электронный ресурс] / Режим доступа [www.coolreferat.com](http://www.coolreferat.com)
13. Передельский, Л.В. Экология [Электронный ресурс]: электронный учебник / Л.В. Передельский, В.И. Коробкин, О.Е. Приходченко. – М.: КноРус, 2009.
14. Саркисов О.Р., Любарский Е.Л., Казанцев С.Я.  
Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учебное пособие [Электронный ресурс]: / О.Р. Саркисов, Е.Л. Любарский, С.Я. Казацев. - Юнити-Дана.: Книгофонд, 2012 г.
15. Стадницкий Г.В. Экология [Электронный ресурс]: Учебник для вузов: / Г.В. стадницкий. - Химиздат.: Книгофонд, 2014 .
16. Тотай А.В. Экология [Текст] учеб пособ для бакалавров / А.В. Тотай . - М.: Издательство Юрайт, 2013 - 312с.
17. Тягунова Г.В. Экология. [Электронный ресурс] / Под редакцией Г. В. Тягунова и Ю. Г. Ярошенко. Учебник - Москва: Логос.: БиблиоРоссика 2013

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технологии металлов и ремонта машин

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для лабораторных занятий по курсу

## **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

для обучающихся по направлению подготовки

23.03.01 Технология транспортных процессов

Уровень профессионального образования: бакалавриат

Направление подготовки: 23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль: Организация перевозок и управление на транспорте

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная и заочная

Рязань, 2023

Составители: д.т.н., доцент Г.К. Рембалович; к.т.н., Р.В. Безносюк

УДК 629.1

Рецензенты:

к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) Д.Н. Бышов

к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация транспорта» федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) А.С. Колотов

Методические указания для лабораторных занятий по курсу «Материаловедение и технология конструкционных материалов» для обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 23.03.01 Технология транспортных процессов (уровень бакалавриата), утвержденного Министерством образования и науки РФ 07.08.2020 года, № 911, и предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специализации «Автомобили и тракторы». Предназначены для методического обеспечения выполнения лабораторных занятий по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологии металлов и ремонта машин 22 марта 2023 г., протокол № 8.

Зав. кафедрой «Технология металлов и ремонт машин»  Г.К. Рембалович  
(кафедра) (подпись) (ФИО)

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией автодорожного факультета 22 марта 2023 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки  
23.03.01 – Технология транспортных процессов

  
(подпись)

О.А. Тетерина  
(ФИО)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
<b>РАЗДЕЛ 1. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b>	
Лабораторная работа № 1. Изучение микроструктуры и свойств углеродистых сталей в равновесном состоянии.....	6
Лабораторная работа № 2. Изучение микроструктуры и свойств чугуна..	14
Лабораторная работа № 3. Термическая обработка углеродистых сталей	17
Лабораторная работа № 4. Термическая обработка легированных сталей	28
Лабораторная работа № 5. Изучение микроструктуры цветных металлов и сплавов.....	40
<b>РАЗДЕЛ 2. ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ</b>	
Лабораторная работа № 6. Сварка под слоем флюса. Сварка в среде защитных газов.....	46
Лабораторная работа № 7. Технология газовой сварки.....	54
<b>РАЗДЕЛ 3. ОБРАБОТКА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ</b>	
Лабораторная работа № 8. Части, элементы, геометрические параметры токарного резца.....	58
Лабораторная работа № 9. Механическая обработка.....	57
Рекомендуемая литература .....	74

## ВВЕДЕНИЕ

Цель преподавания дисциплины "Материаловедение и технология конструкционных материалов" состоит в формировании у студентов понимания научных основ в области технологии, организации и планирования транспортных систем, дать основные знания о строении, свойствах материалов; об основных тенденциях и направлениях развития современного теоретического и прикладного материаловедения, закономерностях формирования и управления структурой и свойствами материалов при различных видах воздействия на материал: обеспечить способность к разработке и внедрению технологических процессов с рациональным выбором материала в каждом конкретном случае.

В результате изучения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» будущий бакалавр готовится к решению следующих задач:

- участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа;

- участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления;

- участие в составе коллектива исполнителей в анализе производственно-хозяйственной деятельности транспортных предприятий;

- участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем.

В результате изучения дисциплины студент должен знать - основы строения металлов, диффузионных процессов в металле, формирования структуры металлов и сплавов при кристаллизации, пластических деформаций, влияния нагрева на структуру и свойства деформированного металла, механических свойств металлов и сплавов;- конструкционные металлы и сплавы;- основы теории и технологии термической обработки стали; пластмасс;

- основы современных способов получения материалов и изделий с заданным уровнем эксплуатационных свойств; уметь выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности; владеть методами разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

- умеет использовать знания основных законов математических и естественных наук, методы математического анализа и моделирования для решения стандартных задач в профессиональной деятельности (ОПК – 1.2);

- способностью к разработке и внедрению технологических процессов, использованию технической документации (ПК-4.1).

## Лабораторная работа №1

### Изучение микроструктуры и свойств углеродистых сталей в равновесном состоянии

#### 1. Цель работы

Целью данной работы является получить навыки в проведении микроанализа структур углеродистых сталей, определении по ним типа сплава, содержания углерода, примерной марки стали и в практическом применении установленного сплава.

#### 2. Основные теоретические положения

##### 2.1. Фазы и структуры диаграммы «Железо – цементит»

Под равновесным состоянием понимается состояние, при котором все фазовые превращения в сплаве полностью закончились в соответствии с диаграммой состояния. Это происходит только при медленном охлаждении. Основой для определения фазовых и структурных составляющих железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии является диаграмма состояния «Железо – цементит» (рис. 1.1). В сплавах железа с углеродом образуются следующие фазы и структуры.

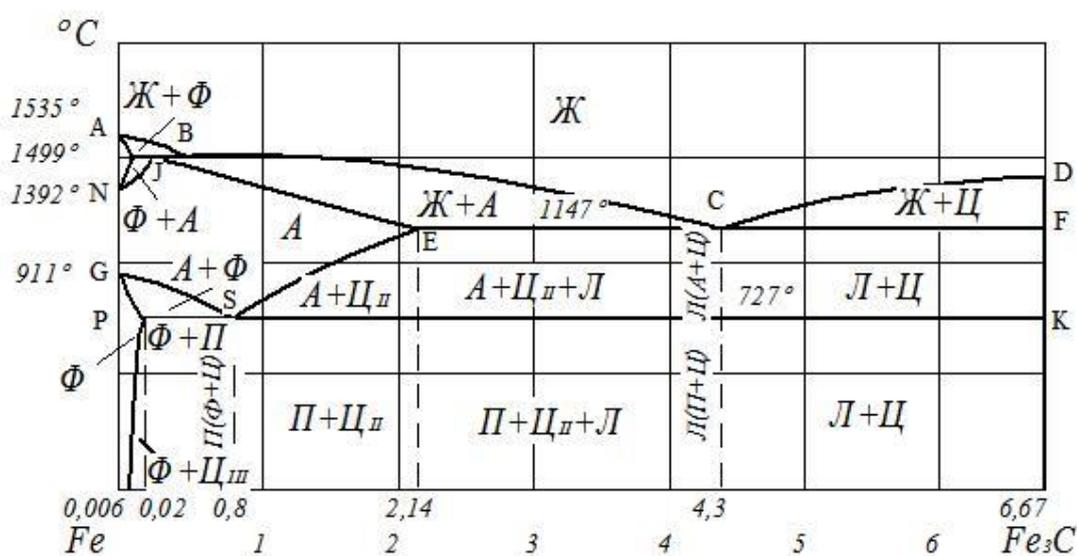


Рисунок 1.1. Диаграмма состояния «Железо – цементит»

Феррит – твердый раствор внедрения углерода в  $Fe\alpha$  – мягкая, пластичная фаза ( $\sigma_B = 300$  МПа,  $\delta = 40\%$ ,  $\psi = 70\%$ , 650–1000 НВ). Различают низкотемпературный и высокотемпературный феррит. Предельная концентрация углерода в феррите при  $0\text{ }^\circ\text{C}$  – 0,006 %, при  $727\text{ }^\circ\text{C}$  – 0,02%, в высокотемпературном феррите – 0,1%. Феррит магнитен до  $768\text{ }^\circ\text{C}$ . Кристаллическая решетка – кубическая объемноцентрированная.

Аустенит – твердый раствор внедрения углерода в  $Fe\gamma$  – более твердый, чем феррит, и пластичный ( $\delta = 40\text{--}50\%$ , 2000–2500 НВ), не магнитен. Предельная концентрация углерода достигает 2,14% при  $1147\text{ }^\circ\text{C}$ . Кристаллическая решетка – кубическая гранцентрированная.

Цементит – химическое соединение  $Fe_3C$  – имеет высокую твердость (8000 НВ), но практически нулевую пластичность. Температура плавления цементита около  $1250\text{ }^\circ\text{C}$ . Полиморфных превращений не испытывает, но при низких температурах слабоферромагнитен. Кристаллическая решетка ромбическая.

Перлит – эвтектоидная смесь феррита и цементита является прочной структурной составляющей ( $\sigma_B = 800\text{--}900$  МПа,  $\delta = 16\%$ , 1800 НВ).

Ледебурит – эвтектическая смесь аустенита и цементита в интервале температур  $1147\text{--}727\text{ }^\circ\text{C}$ , а ниже линии SK ( $727\text{ }^\circ\text{C}$ ) – смесь перлита и цементита. Ледебурит имеет высокую твердость ( $> 6000$  НВ), но хрупок.

Графит – аллотропическая модификация углерода. Имеет гексагональную решетку. Твёрдость и прочность графита очень малы.

## 2.2. Классификация железоуглеродистых сплавов

Структура сплавов в равновесном состоянии определяется содержанием углерода. По содержанию углерода на диаграмме «Железо – цементит» все сплавы принято делить на три группы: техническое железо, стали и чугуны.

Техническим железом называются сплавы с содержанием углерода от 0 до 0,02%. При концентрации углерода до 0,006% сплавы являются однофазными и имеют структуру феррита.

Сплавы с содержанием углерода от 0,006 до 0,02 % являются двухфазными. Это объясняется тем, что концентрация углерода в сплавах превышает его растворимость в феррите при комнатной температуре. В процессе охлаждения феррит любого сплава, имеющего концентрацию углерода свыше 0,006%, оказывается перенасыщенным. Равновесного состояния феррит достигнет за счет выделения цементита.

Сталями называются сплавы железа с углеродом, концентрация которого находится в пределах от 0,02 до 2,14 %.

Процессы, протекающие при первичной кристаллизации, на структуру сталей влияния не оказывают. Окончательная структура сталей формируется из аустенита. При 727 °С (рис. 1.1, линия PSK) все стали претерпевают эвтектоидное превращение:



Продуктом данного превращения является перлит – эвтектоидная смесь феррита и цементита.

По структуре в равновесном состоянии стали делятся:

на доэвтектоидные (концентрация углерода от 0,02 до 0,8%), при комнатной температуре состоящие из двух фаз – феррита и цементита, структура таких сталей – феррит+перлит;

эвтектоидную (концентрация углерода 0,8%), также состоящую из двух фаз – феррита и цементита, структура – перлит;

заэвтектоидные (концентрация углерода от 0,8 до 2,14%), имеющие структуру перлит+цементит, образованную из двух фаз: феррита и цементита.

### 2.3. Влияние концентрации углерода на свойства железоуглеродистых сплавов

По мере повышения концентрации углерода в стали и чугунае изменяются структура и их механические свойства. Прочность горячекатаной стали в нормализованном состоянии с увеличением содержания углерода повышается, а пластичность снижается (рис. 1.2). При появлении в структуре стали вторичного

цементита твердость ее возрастает, а прочность снижается. Это объясняется влиянием хрупкой цементитной сетки, которая окружает зерна перлита и уменьшает прочность связи между ними.

С увеличением содержания углерода снижаются технологические свойства стали, увеличивается усадка, ухудшаются жидкотекучесть, ковкость и свариваемость, затрудняется механическая обработка. Поэтому для сварных конструкций используют стали с пониженным содержанием углерода (до 0,3%).

Штамповки изготавливают из стали с содержанием до 0,5% С.

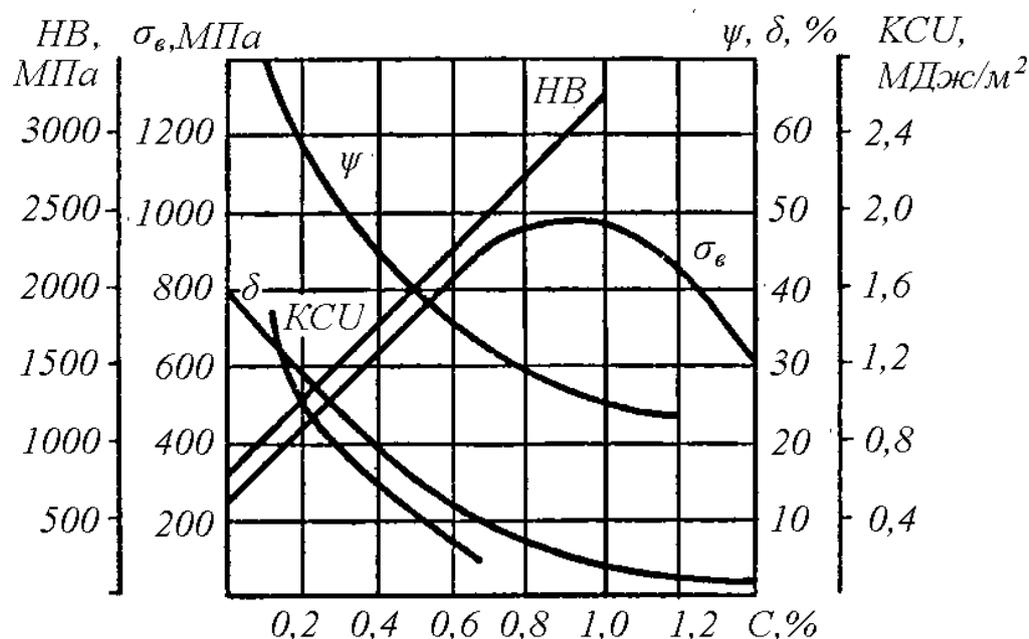


Рисунок 1.2. Зависимость механических свойств стали от содержания углерода

Увеличение концентрации углерода у белых чугунов повышает их твердость от HRC 35 при 2,2% С до HRC 48 при 4,3% С и соответственно хрупкость. Динамическая прочность белых чугунов близка к нулю. С увеличением углерода в серых чугунах увеличивается количество и размер графитных включений, что также снижает прочность.

Следует остановиться на влиянии формы цементита на механические свойства перлита и размеров и формы графитных включений на прочность серых

чугунов. Как указывалось ранее, частички цементита в перлите могут быть не только в виде пластинок, но и в виде округлых зерен.

Изменение формы цементита существенно изменяет механические свойства стали и прежде всего пластичность. У стали со структурой зернистого перлита предел прочности и твердости ниже на 15–20%, чем у стали со структурой пластинчатого перлита, а относительное удлинение выше в 2–4 раза. Например, сталь с содержанием 0,8% С со структурой пластинчатого перлита имеет предел прочности  $\sigma_B = 800$  МПа, относительное удлинение  $\delta = 14\%$ , а со структурой зернистого перлита  $\sigma_B = 590$  МПа,  $\delta = 29\%$ . Повышенная пластичность зернистого перлита объясняется тем, что глобулярные частицы цементита оказывают меньшее сопротивление развитию пластической деформации по сравнению с пластинчатыми. Энергия, необходимая для разрушения металла при динамической нагрузке, в этом случае увеличивается, ударная вязкость возрастает.

#### 2.4. Структура и свойства железоуглеродистых сплавов

Техническое железо. Структура технического железа с концентрацией углерода 0,012 % (рис. 1.4) состоит из светлых полиэдрических зёрен феррита и цементита третичного, который расположен в виде светлых включений по границам зёрен феррита.

Феррит является пластичной и мягкой составляющей (800 НВ,  $\delta = 40\%$ ). Цементит – твёрдый и хрупкий (8000 НВ,  $\delta = 0\%$ ). Наличие на границах зёрен прожилок цементита третичного понижает пластичность и вязкость сплава.

Стали. В процессе охлаждения из аустенита доэвтектоидных сталей выделяется феррит (рис. 1.5а). Температура, при которой начинает выделяться феррит, определяется линией GS (см. рис. 1.1).

Выделение феррита приводит к обогащению аустенита углеродом. При 727 °С концентрация углерода в аустените достигает 0,8%, и в этих условиях имеет место эвтектоидная реакция



Таким образом, структура доэвтектоидных сталей при комнатной температуре состоит из феррита, выделившегося в интервале температур Ar3–Ar1 (линии GS и PS), и перлита, образовавшегося при 727 °С.

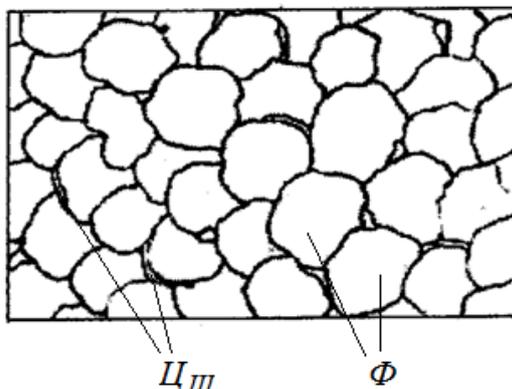


Рисунок 1.4. Технические (двухфазное) железо

В структуре доэвтектоидной стали цементита много больше, чем в техническом железе, и это повышает твёрдость стали (рис. 1.2).

Сталь с содержанием углерода 0,8% имеет структуру перлита и называется эвтектоидной сталью. Перлит чаще всего имеет пластичное строение, при котором кристаллы цементита перемежаются с кристаллами феррита (рис. 4.5б). Увеличение содержания углерода повышает твердость, прочность, но снижает пластичность сплава.

Структура заэвтектоидной стали также формируется из аустенита. В интервале температур Arст – Ar1 (линии SE и SK) из аустенита выделяется цементит вторичный, который, как правило, располагается по границам зёрен. При 727 °С концентрация углерода в аустените будет соответствовать 0,8%, он распадается с образованием перлита.

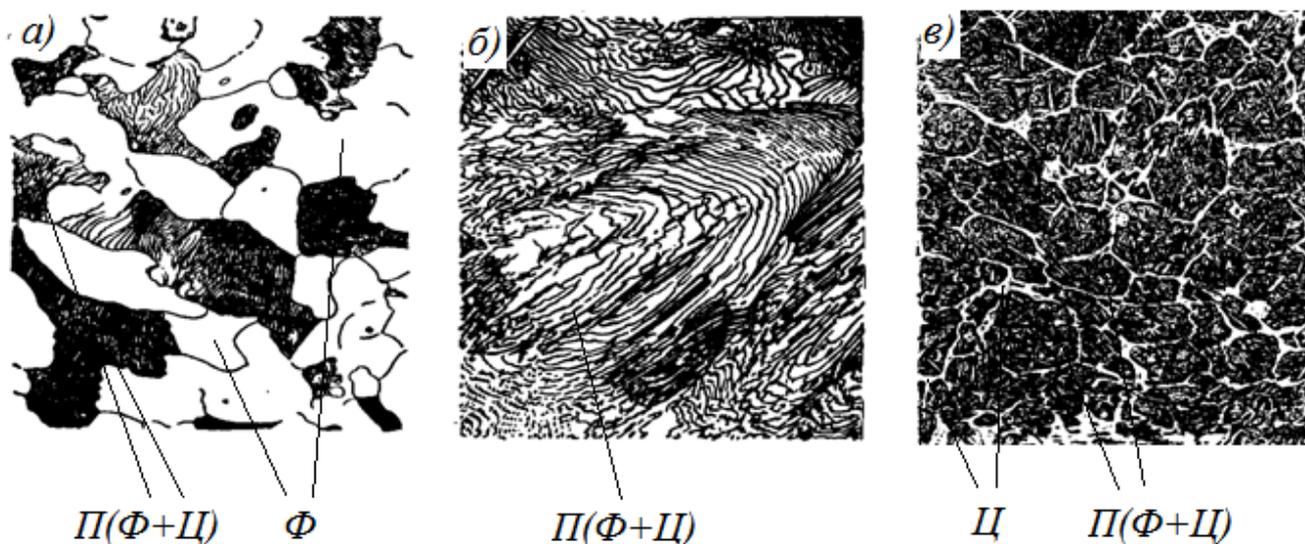


Рисунок 1.5. Структуры сталей: а – доэвтектоидная сталь, б – эвтектоидная сталь, в – заэвтектоидная сталь

Таким образом, структура заэвтектоидной стали при комнатной температуре – перлит и цементит вторичный (рис. 1.5в). Доля цементитной составляющей возросла в сравнении с предыдущими сплавами. Теперь цементит не только входит в перлит (эвтектоид), но и твёрдость стали возрастает до 3000 НВ.

### 3. Порядок проведения работы

- 3.1. Изучить основные теоретические положения.
- 3.2. Провести микроанализ сплавов.
- 3.3. Сделать выводы.

### 4. Содержание отчета

- 4.1. Название, цель работы.
- 4.2. Краткие теоретические сведения.
- 4.3. Рисунки микроструктур различных марок сталей и сплавов. Указать увеличение микроскопа.

4.4. Для каждого микрошлифа (справа от рисунка) дать название, марку стали, структуру (указав вид термической обработки), класс стали по структуре, химический состав, свойства и области применения.

4.5. Рисунки выполнить карандашом.

4.6. Сделать выводы

## **5. Вопросы для самоконтроля**

5.1. Определение феррита, аустенита, цементита, графита.

5.2. Определение перлита, ледебурита.

5.3. Что такое техническое железо, сталь, чугун?

5.4. Каково отличие в структуре белого чугуна от серого, высокопрочного, ковкого?

5.5. Как получают чугун серый, ковкий, высокопрочный?

5.6. Как и почему меняется твёрдость сплавов по мере увеличения концентрации углерода?

5.7. По микрофотографии, предложенной преподавателем, определите тип сплава (техническое железо, сталь, чугун), структурный и фазовый состав, пределы содержания углерода.

5.8. По диаграмме «Железо – цементит» опишите процессы, протекающие в сталях и белых чугунах при кристаллизации.

## **Лабораторная работа №2**

### **Изучение микроструктуры и свойств чугуна**

#### **1. Цель работы**

Целью данной работы является изучение микроструктуры чугунов, их структурные составляющие, приборы и методику проведения микроструктурного анализа.

#### **2. Основные теоретические положения**

Чугуны, относятся к железоуглеродистым сплавам, являются важнейшими материалами современной техники. Объем их производства намного превосходит производство всех других сплавов вместе взятых. Вес стальных и чугунных конструкций составляет около 80% веса всего судна.

Свойства металлов и сплавов, в том числе и чугунов, определяются их составом и структурой. Существующие в настоящее время методы исследования позволяют получить о них достаточно точные сведения при различных условиях.

Состав и структуру железоуглеродистых сплавов, кинетику их превращений целесообразно рассматривать на примере изучения соответствующей диаграммы состояния, которая в удобной графической форме показывает фазовый состав сплава в зависимости от концентрации углерода и температуры сплава.

Железоуглеродистые сплавы и, в первую очередь стали, являются наиболее часто используемыми в судостроении и судоремонте конструкционными материалами. Поэтому изучение структурных составляющих стали имеет важное значение. Особое внимание следует уделить влиянию на свойства стали углерода, умению определять его численное значение и соответствующие механические свойства стали.

Чугуном называют сплав железа с углеродом при содержании последнего от 2,14 до 6,67%.

В белых чугунах весь углерод находится в связанном состоянии, в виде цементита  $Fe_3C$ . В зависимости от содержания углерода белый чугун разделяется на доэвтектический (от 2,14 до 4,43%С), эвтектический (4,43%С) и заэвтектический (от 4,3 до 6,67%С). В структуре всех белых чугунов имеется цементитная эвтектика «ледебурит» (перлит+цементит). Схемы микроструктур белых чугунов приведены на рис. 2.1,а-в.

В серых, ковких и высокопрочных чугунах почти весь углерод находится в свободном состоянии в виде графита (рис. 2.1,г-з).

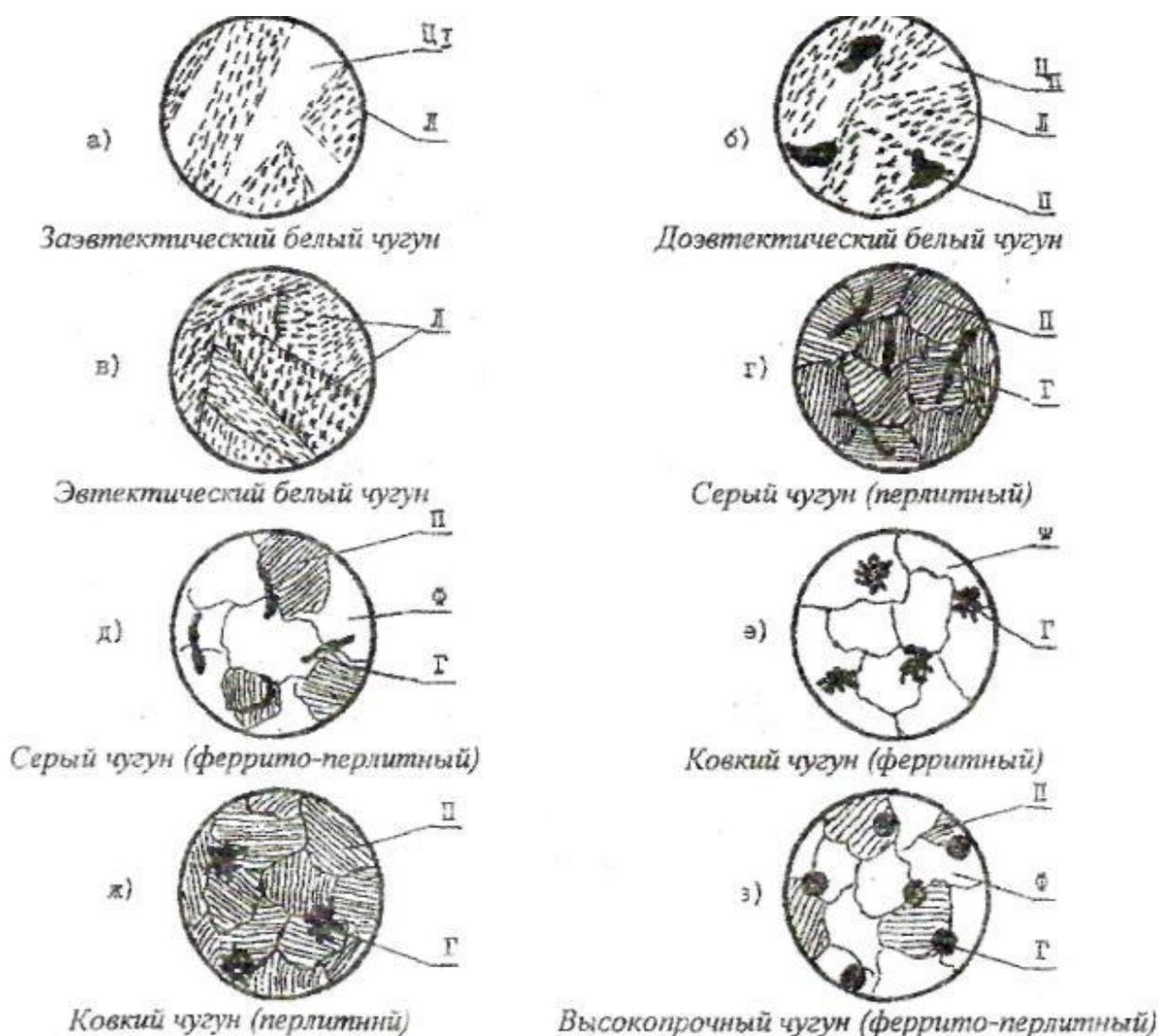


Рисунок 2.1. Схемы микроструктуры чугунов \*150

В серых чугунах графит пластинчатой, в ковких хлопьевидной, в высокопрочных шаровидной формы. Графит имеет очень низкую прочность, поэтому

включения графита в чугунах часто рассматриваются как пустоты, ухудшающие свойства чугуна. Чем больше углерода содержится в чугуне, тем крупнее включения графита и тем ниже механические свойства чугуна. Таким образом, наличие углерода в чугунах способствует его графитизации. Наименее выгодной формой графитовых включений, больше всего снижающей механические свойства чугуна, является пластинчатая (серый чугун). Хлопьевидная форма (ковкий чугун) меньше снижает его механические свойства. Наиболее выгодной формой графитовых включений, меньше всего снижающей свойства чугуна, является шаровидная (высокопрочный чугун).

### **3. Порядок проведения работы**

3.1. Изучить основные теоретические положения

3.2. Изучить и зарисовать основные микроструктуры чугунов по образцам и фотографиям, указать и дать определения их структурным составляющим.

3.3. Закончить оформление отчета

### **4. Содержание отчета**

4.1. Цель исследования

4.2. Зарисовать по одной микроструктуре эвтектоидной, до- и заэвтектоидной стали

4.3. Зарисовать основные схемы микроструктуры чугунов

4.4. Выводы

### **5. Вопросы для самоконтроля**

5.1. Какие материалы называют чугуном

5.2. Какое содержание углерода в чугунах

5.3. Как изменяется микроструктура чугунов в зависимости от содержания углерода

5.4. Как меняются свойства чугунов в зависимости от содержания углерода

## Лабораторная работа №3

### Термическая обработка углеродистых сталей

#### 1. Цель работы

Целью данной работы является изучение влияния термической обработки на механические свойства (твердость) углеродистой стали. Ознакомиться с общими принципами назначения режима термической обработки при проведении закалки, нормализации, отжига и отпуска углеродистой стали. Приобрести практические навыки проведения операций термической обработки.

#### 2. Основные теоретические положения

Термическая обработка – это технологический процесс, состоящий из нагрева и охлаждения материала изделия с целью изменения его структуры и свойств.

На стадии изготовления деталей необходимо, чтобы металл был пластичным, нетвердым, имел хорошую обрабатываемость резанием.

В готовых изделиях всегда желательно иметь материал максимально прочным, вязким, с необходимой твердостью.

Такие изменения в свойствах материала позволяет сделать термообработка. Любой процесс термообработки может быть описан графиком в координатах температура-время и включает нагрев, выдержку и охлаждение. При термообработке протекают фазовые превращения, которые определяют вид термической обработки.

Температура нагрева стали зависит от положения ее критических точек и выбирается по диаграмме состояния Fe – Fe<sub>3</sub>C в зависимости от вида термической обработки. Критические точки (температуры фазовых превращений) определяют: линия PSK – точку A<sub>1</sub>, GS – точку A<sub>3</sub> и SE – точку A<sub>m</sub>. Нижняя критическая точка A<sub>1</sub> соответствует превращению A → П при 727°C. Верхняя критическая точка соответствует началу выделения феррита из аустенита (при охлаждении) или концу растворения феррита в аустените (при

нагреве). Температура линии SE, соответствующая началу выделения вторичного цементита из аустенита, обозначается  $A_m$ .

Время нагрева до заданной температуры зависит, главным образом, от химического состава стали и толщины наиболее массивного сечения детали (в среднем 60 с на каждый миллиметр сечения).

Выдержка при температуре термообработки необходима для завершения фазовых превращений, происходящих в металле, выравнивания температуры по всему объему детали. Продолжительность выдержки зависит от химического состава стали и для нелегированных сплавов определяется из расчета 60 с. на один миллиметр сечения.

Скорость охлаждения зависит, главным образом, от химического состава стали, а также от твердости, которую необходимо получить.

Самыми распространенными видами термообработки сталей являются закалка и отпуск. Производятся с целью упрочнения изделий.

### Закалка сталей

Закалкой называется фиксация при комнатной температуре высокотемпературного состояния сплава. Основная цель закалки – получение высокой твердости, прочности и износостойкости. Для достижения этой цели стали нагревают до температур на 30 – 50<sup>0</sup>С выше линии GSK (рис. 6.1), выдерживают определенное время при этой температуре и затем быстро охлаждают.

Процессы, происходящие в сплаве на различных стадиях закалки, можно рассмотреть на примере эвтектоидной стали У8. В исходном отожженном состоянии эта сталь имеет структуру перлита (эвтектоидная смесь феррита и цементита). При достижении температуры  $A_1$  (727<sup>0</sup>С) произойдет полиморфное превращение, т.е. перестройка кристаллической решетки феррита (ОЦК) в решетку аустенита (ГЦК), вследствие чего растворимость углерода резко возрастает. В процессе выдержки весь цементит растворится в аустените и концентрация углерода в нем достигнет содержания углерода в стали, т.е. 0,8 %.

Следующий этап – охлаждение стали из аустенитной области до комнатной температуры – является определяющим при закалке. При охлаждении стали ниже температуры  $A_1$  происходит обратное полиморфное превращение, т.е. решетка аустенита (ГЦК) перестраивается в решетку феррита (ОЦК) и при этом растворимость углерода уменьшается в 40 раз (с 0,8 до 0,02). Если охлаждение происходит медленно, то “лишний” углерод успевает выйти из решетки феррита и образовать цементит. В результате формируется структура феррито-цементитной смеси. Если же охлаждение производится быстро, то после полиморфного превращения углерод остается вследствие подавления диффузионных процессов в решетке ОЦК. Образуется пересыщенный твердый раствор углерода в  $\alpha$  - железе, который называется мартенситом. Перенасыщенность мартенсита углеродом создает в его решетке большие внутренние напряжения, которые приводят к искажению ее формы и превращению из кубической в тетрагональную. Уровень внутренних напряжений оценивается степенью тетрагональности, т.е. отношением длины ребра с параллелепипеда к ребру  $a$ .

Чем выше степень тетрагональности решетки мартенсита, тем выше его твердость. Степень тетрагональности, в свою очередь, будет зависеть от содержания углерода в стали.

Получить структуру мартенсита (или закалить сталь) можно только в том случае, если обеспечить скорость охлаждения больше или равную критической ( $V_{кр}$ ) (рис 5.3), чтобы не успели пройти процессы распада аустенита в верхнем районе температур.

Критическая скорость закалки или минимальная скорость охлаждения ( $V_{кр}$ ) – это скорость, при которой аустенит переходит в мартенсит. Если же скорости охлаждения будут меньше  $V_{кр}$ , при распаде аустенита получим

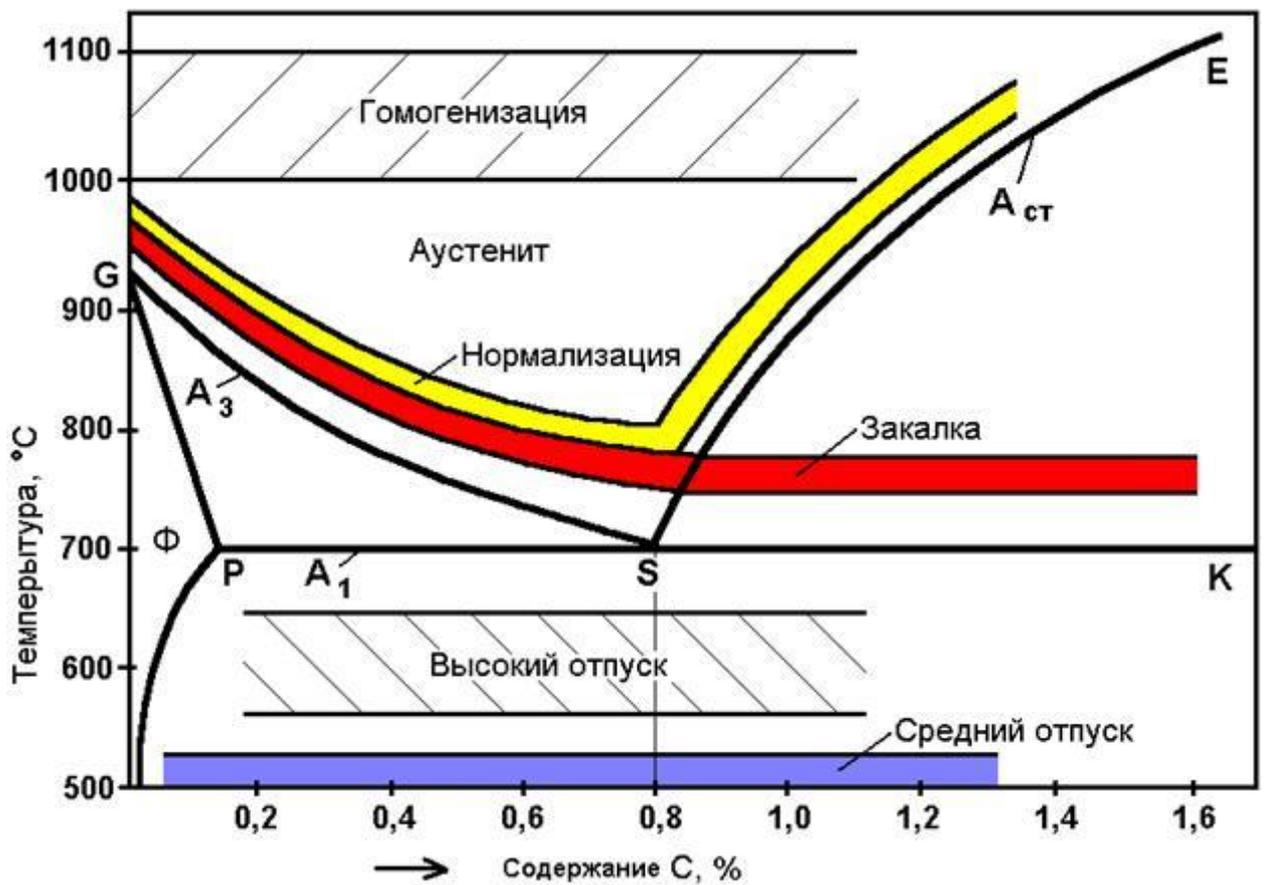


Рисунок 3.1. Диапазон оптимальных температур нагрева при различных видах термообработки

феррито-цементитные смеси различной дисперсности троостит, сорбит и перлит.

Перлит (грубодисперсионная смесь феррита и цементита) может быть получен при очень медленных скоростях охлаждения (на рис. 3.3 это скорость  $V_1$ ). Такие скорости охлаждения характерны для отжига (охлаждение вместе с печью).

При охлаждении углеродистых сталей на воздухе (вид термообработки – нормализация) со скоростями  $V_2$  и  $V_3$  получаем структуры сорбита и троостита. Сорбит – механическая смесь феррита и цементита средней дисперсности. Троостит – мелкодисперсная феррито-цементитная смесь. Свойства сорбита и троостита занимают промежуточное положение между свойствами перлита (П) и мартенсита (М).

Практической целью закалки является получение максимальной прочности и твердости стали. Достигается эта цель при следующих режимах:

нагрев стали на 30 – 50°C выше линии GSK, выдержка при этой температуре и охлаждение со скоростью  $\geq V_{кр}$ .

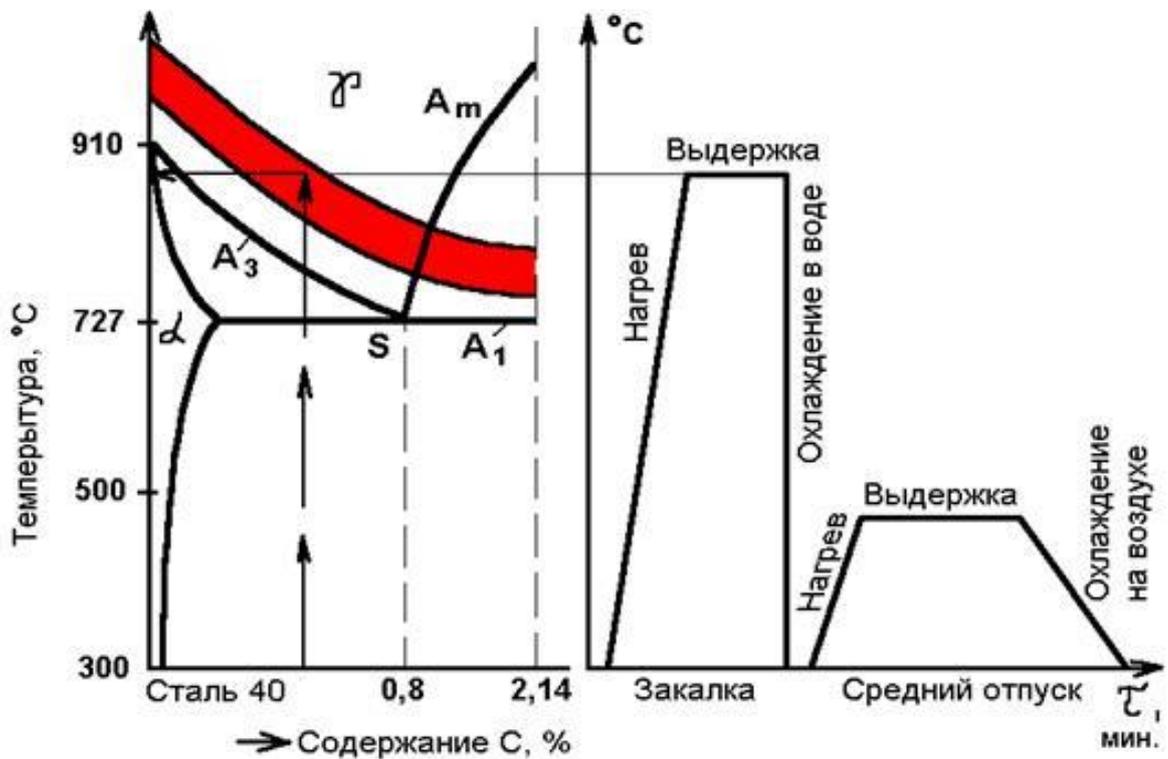


Рисунок 3.2. Выбор оптимальных температур закалки для конкретных марок сталей и проведения закалки и отпуска по назначенным режимам

По температуре нагрева различают полную и неполную закалку. Полная закалка осуществляется из аустенитной области. После охлаждения с критической скоростью закалки у всех углеродистых сталей образуется структура мартенсита. Полной закалке подвергают изделия из доэвтектоидных сталей, при этом исключается образование мягких ферритных включений.

Неполная закалка – закалка из промежуточных, двухфазных областей (А + Ф), (А+Ц<sub>II</sub>). В результате охлаждения с критической скоростью в доэвтектоидных сталях образуется структура Ф + М, а в заэвтектоидных – М + Ц<sub>II</sub>. Неполной закалке подвергают инструмент из заэвтектоидной стали, поскольку наличие включений вторичного цементита увеличивает твердость закаленного инструмента, т.к. цементит по твердости превосходит мартенсит.

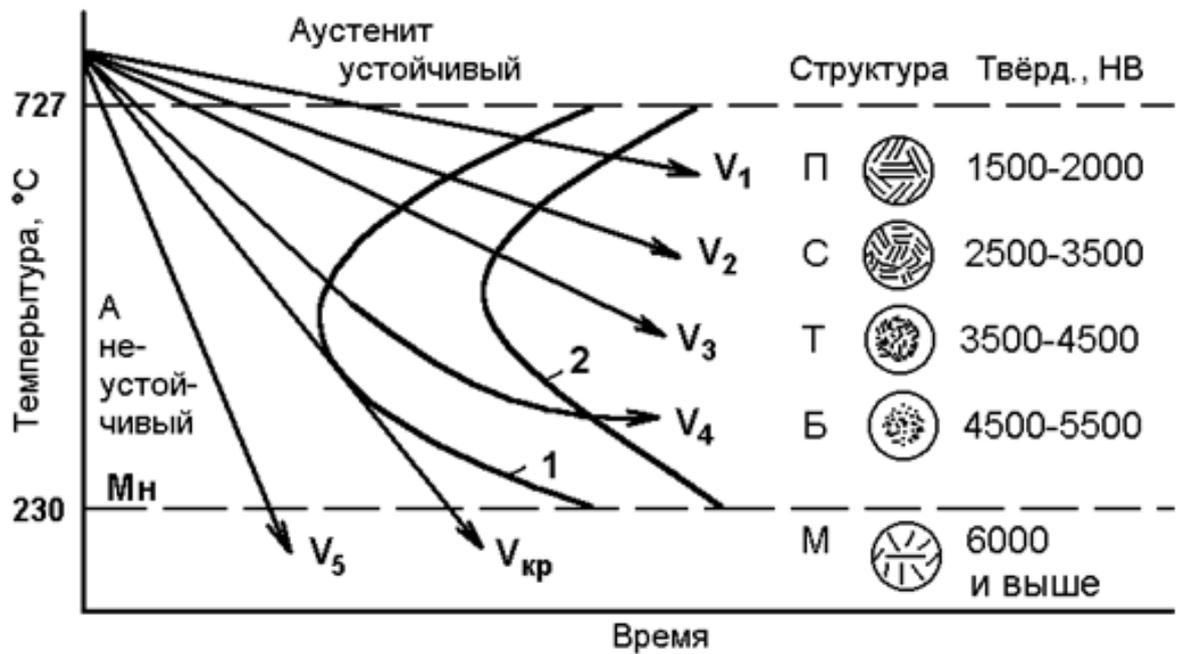


Рисунок 3.3 Диаграмма изотермического распада аустенита эвтектоидной стали со схемами микроструктур и их примерной твердостью: I – кривая начала диффузионного распада аустенита; II – кривая конца диффузионного распада аустенита; Мн – линия начала мартенситного превращения;  $V_{кр}$  – критическая скорость охлаждения.

### Отпуск сталей

К важнейшим механическим свойствам сталей наряду с твердостью относится и пластичность, которая после закалки очень мала. Структура резко неравновесная, возникают большие закалочные напряжения. Чтобы снять закалочные напряжения и получить оптимальное сочетание свойств для различных групп деталей, обычно после закалки проводят отпуск стали. Отпуском стали является термообработка, состоящая из нагрева закаленной стали до температуры ниже линии PSK (критическая точка  $A_1$ ), выдержки при этой температуре и дальнейшего произвольного охлаждения. Этот процесс связан с изменением строения и свойств закаленной стали. При отпуске происходит распад мартенсита, переход к более устойчивому состоянию. При этом повышается пластичность, вязкость, снижается твердость и уменьшаются остаточные напряжения в стали. Механизм протекающих превращений при

отпуске сталей – диффузионный, он определяется температурой и продолжительностью нагрева.

Первое превращение, протекающее в интервале  $80 - 200^{\circ}\text{C}$ , соответствует выделению из мартенсита тонких пластин  $\xi$  – карбида  $\text{Fe}_2\text{C}$ . Выделение углерода из решетки приводит к уменьшению степени ее тетрагональности. Полученный при этом мартенсит, имеющий степень тетрагональности, близкую к 1, называется отпущенным.

При нагреве закаленной стали выше  $300^{\circ}\text{C}$  происходит полное выделение углерода из раствора и снятие внутренних напряжений. Сталь состоит из мелкодисперсной смеси феррита и цементита (троостит отпуска).

При нагреве до температуры выше  $480^{\circ}\text{C}$  идет процесс коагуляции (укрупнения) карбидных частиц и максимальное снятие остаточных напряжений. Формируется структура сорбита отпуска.

В зависимости от температуры нагрева различают низкий, средний и высокий отпуск. Низкий отпуск проводят в интервале температур  $80 - 250^{\circ}\text{C}$  для инструментов-изделий, которым необходимы высокая твердость и износостойкость. Получаемая структура  $\text{M}_{\text{отп}}$  или  $\text{M}_{\text{отп}} + \text{Ц}_{\text{II}}$  (мартенсит отпуска + цементит вторичный).

Средний отпуск ( $350 - 500^{\circ}\text{C}$ ) применяется для рессор, пружин, штампов и другого ударного инструмента, т.е. для тех изделий, где требуется достаточная твердость и высокая упругость. Получаемая структура –  $\text{T}_{\text{отп}}$  (троостит отпуска).

Высокий отпуск ( $500 - 650^{\circ}\text{C}$ ) полностью устраняет внутренние напряжения. Достигается наилучший комплекс механических свойств: повышенная прочность, вязкость и пластичность. Применяется для изделий из конструкционных сталей, подверженных воздействию высоких напряжений. Структура –  $\text{C}_{\text{отп}}$  (сорбит отпуска).

Термообработку, заключающуюся в закалке на мартенсит и последующем высоком отпуске, называют улучшением.

Отжиг

Отжигом называют вид термической обработки, состоящий в нагреве стали до определенной температуры, выдержке и медленном охлаждении.

В процессе отливки, прокатки иликовки стальные заготовки охлаждаются неравномерно, что приводит к неоднородности структуры и свойств, возникновению внутренних напряжений. При затвердевании отливок, кроме того, возможно появление внутри кристаллитной ликвации (химической неоднородности по сечению зерна). В сварных соединениях также наблюдаются неоднородности структуры, свойств и внутренние напряжения.

Для устранения различного рода структурных неоднородностей проводят отжиг. Существует несколько видов отжига, различающихся по технологии выполнения и цели. Для измельчения зерна перегретой стали, снижения твердости и улучшения обрабатываемости резанием применяют полный, неполный, изотермический отжики и отжиг на зернистый перлит. Для уменьшения внутреннего напряжения, снижения твердости, повышения пластичности и изменения формы зерен холоднодеформированного металла применяют рекристаллизационный отжиг. Для устранения внутрикристаллитной ликвации в легированных сталях – высокотемпературный диффузионный отжиг.

Полный отжиг проводится для доэвтектоидных и эвтектоидных сталей. Температура нагрева на  $30\text{--}50^\circ$  выше  $A_3$ , т. е. структуру полностью переводят в аустенитное состояние. После выдержки сталь медленно охлаждают в печи. Скорость охлаждения углеродистых сталей  $100\text{--}150^\circ/\text{час}$ , легированных –  $30\text{--}40^\circ/\text{час}$ . Структура стали после полного отжига получается феррито-перлитная, т. е. такая, как по диаграмме Fe – C.

Неполный отжиг проводят практически для инструментальных заэвтектоидных сталей, только в том случае, если в структуре нет цементита по границам зерен (сетка цементита). Если есть сетка цементита, то для ее устранения применяют нормализацию, что будет рассмотрено ниже. Температура нагрева на  $30\text{--}50^\circ$  выше  $A_1$  ( $750\text{--}780^\circ$ ). При нагреве структура будет

состоять из аустенита и цементита, после медленного охлаждения – из перлита и цементита.

Изотермический отжиг проводят с той же целью, что и полный, но время на его проведение требуется меньше. После нагрева до температуры на 30–50° выше  $A_1$ , выдержки для выравнивания температуры по сечению сталь подстуживают немного ниже  $A_1$  (650–700°) и выдерживают при этой температуре до полного распада аустенита на феррит и перлит, дальнейшее охлаждение может происходить с любой скоростью.

В отличие от других видов отжига здесь распад аустенита проходит не при непрерывном охлаждении, а в изотермических условиях (при постоянной температуре). Проводить такой отжиг проще, т. к. контролировать температуру легче, чем скорость охлаждения.

Изотермический отжиг обычно применяют для легированных сталей, обладающих высокой устойчивостью аустенита (кривая изотермического распада сильно сдвинута вправо). Такой отжиг можно использовать только для мелких заготовок, у которых температура по сечению выравнивается сравнительно быстро.

Отжиг на зернистый перлит проводят с целью улучшить обрабатываемость резанием за счет снижения твердости при переводе пластинчатого перлита в зернистый. Такой отжиг применяют для эвтектоидной и заэвтектоидных сталей (при отсутствии сетки цементита).

### Нормализация

Нормализация заключается в нагреве стали на 30–50° выше критических температур  $A_3$  и  $A_{ст}$  с последующим охлаждением на воздухе.

Цель нормализации доэвтектоидных сталей – несколько повысить прочность (по сравнению с прочностью после отжига) за счет измельчения структурных составляющих (феррита и перлита).

Цель нормализации заэвтектоидных сталей – устранить цементитную сетку по границам перлитных зерен и тем самым предотвратить повышенную

хрупкость стали при последующей закалке. При охлаждении такой стали на воздухе (из аустенитной области) получается структура – сорбит.

3. Минорная термическая обработка применяется сравнительно редко, как более сильная, чем нормализация, упрочняющая ТО доэвтектоидных сталей. Она осуществляется так же, как отжиг на мелкое зерно, но сталь охлаждают быстро, например, в горячей воде или струёй сжатого воздуха. Образующиеся пластинчатые структуры сорбита или тростита с небольшим количеством избыточного феррита или без него придают стали более высокую прочность, твердость и износостойкость по сравнению с этими свойствами в нормализованном состоянии.

### **3. Порядок проведения работы**

3.1. Изучить разновидности и особенности термической обработки.

3.2. Провести закалку и отпуск детали.

3.3. Измерить твердость

3.4. Сделать выводы.

### **4. Содержание отчета**

4.1. Цель исследования

4.2. Основные теоретические сведения о закалке и отпуске углеродистых сталей.

4.3. Описание хода работ при закалке стали.

4.5. График зависимости твердости отожженной и закаленной стали от содержания углерода.

4.6. Описание хода работы при отпуске стали.

4.7. График зависимости закаленной и отпущенной стали от температуры отпуска и содержания углерода.

4.8. Вывод о влиянии температуры отпуска на твердость отпущенной стали разных марок.

## **5. Вопросы для самоконтроля**

5.1. Что такое закалка? Способы закалки доэвтектоидной и заэвтектоидной стали.

5.2. Цель закалки?

5.3. Какие структуры можно получить, проведя закалку?

5.4. Что такое мартенсит, бейнит, троостит, сорбит, перлит?

5.5. Что такое отпуск?

5.6. Цель отпуска?

5.7. Способы отпуска?

5.8. Какие структуры можно получить, проведя тот или другой отпуск?

## **Лабораторная работа №4**

### **Термическая обработка легированных сталей**

#### **1. Цель работы**

Целью данной работы является изучение основных видов термической обработки легированных сталей.

#### **2. Основные теоретические положения**

Термическая обработка – это процесс нагрева и охлаждения изделий из металлов и сплавов с целью изменения их структуры и свойств в заданном направлении.

Основными видами термической обработки (ТО) углеродистых сталей являются: отжиг, нормализация, одинарная термическая обработка, закалка, отпуск (после закалки).

Легированными называют стали, содержащие в своем составе кроме железа и углерода специально введенные элементы и в таком количестве, которое способно изменить их строение, а следовательно, и свойства. Наиболее распространенными легирующими элементами являются: Cr, Ni, Mn, Si, W, V, Mo, Ti, Al, Nb, Cu и др.

Применение легированных сталей взамен менее прочных углеродистых позволяет значительно снизить металлоемкость конструкций. Свойства легированных сталей определяются типом твердого раствора, его составом, размером зерна, распределением в объеме второй фазы и дислокационной структурой.

Легирующие элементы изменяют свойства фаз, из которых состоит структура стали (феррита, аустенита, мартенсита, карбидов). При взаимодействии легирующих элементов с железом образуются легированные твердые растворы или интерметаллические соединения при высоком содержании легирующих элементов в стали (фазы Лавеса, сигма фазы).

Атомы легирующих элементов, не образующие карбидов (никель, кремний, медь, кобальт), полностью растворяются в Феррите или при температурах выше критических – в аустените, при этом изменяются свойства феррита и аустенита.

Атомы карбидообразующих элементов растворяются в карбиде железа (цементите) при содержании хрома до 2%, молибдена до 1%, вольфрама до 0,2% и т.д., образуя легированный цементит или при большом количестве карбидообразующих элементов образуют химические соединения с углеродом (специальные карбиды) - первичные или вторичные, которые при нагреве свыше критических точек растворяются в аустените. Устойчивые карбиды титана, циркония, ванадия, молибдена, вольфрама (первичные) сохраняются в структуре при нагреве до высоких температур скрепляя дислокации.

В процессе закалки стали происходит превращение аустенита в мартенсит, что способствует сохранению высоколегированных твердых растворов, соответственно количество карбидов в сталях после закалки становится меньше, чем в отожженном состоянии.

По характеру влияния на критические температуры полиморфного превращения железа (А3 и А4) легирующие элементы можно разбить на две группы. К первой группе относят такие элементы как Ni, Mn, Cu, Pt, N и др., имеющие кристаллическую решетку ГЦК. Они расширяют область аустенита ( $\gamma$ -область), а некоторые из них (например, Ni или Mn) при содержании в сталях в достаточном количестве (точка х) могут снизить температуру превращения  $\gamma \rightarrow \alpha$  ниже комнатной температуры (рис.4.1). В этом случае сплавы даже при медленном охлаждении могут иметь структуру аустенита.

Другая группа элементов: хром, кремний, вольфрам, молибден, ванадий и др., имеющих кристаллическую решетку ОЦК, ограничивают область существования  $\gamma$  - раствора. При содержании таких элементов более у%, сплавы теряют способность к переходу в аустенитное состояние и при всех температурах имеют строение  $\alpha$  - твердого раствора (структура феррита).

Ферритные и аустенитные стали при нагревании не имеют вторичных превращений.

Легированный феррит и легированный аустенит прочнее соответствующих структур в углеродистых сталях. При легировании сталей 4-5% марганца или кремния их прочность повышается более: чем в 2 раза, однако следует иметь ввиду, что введение в стали более 0,5-1,0% легирующих элементов, за исключением никеля, значительно снижает ударную вязкость сплавов.

Все легирующие элементы (кроме кобальта) уменьшают критическую скорость закалки ( $V_{кр}$ ) и поэтому легированные стали принимают закалку (т.е. приобретают структуру мартенсита) при меньших скоростях охлаждения (например, при охлаждении в масле или даже на воздухе).

Легирующие элементы способствуют измельчению структуры, что значительно повышает прочностные характеристики сплавов и обеспечивают большую глубину прокаливаемости деталей, изготовленных из легированных сталей.

Легированным сталям присуди и определенные пороки; так называемое явление отпускной хрупкости; дендритная ликвация (устраняется диффузионным отжигом); образование флокенов.

Классификация сталей по структуре в равновесном (стабильном) состоянии отличается некоторой условностью. Существует два вида классификации:

- а) по структуре после отжига;
- б) по структуре после нормализации (нагрева до температуры 900°C и охлаждения на воздухе).

Необходимо отметить, что граница между доэвтектоидными, заэвтектоидными, ледебуритными легированными сталями проходит при меньшем содержании углерода, чем у углеродистых сталей, так как большинство легирующих элементов смещают точки S и E диаграммы состояния Fe – Fe<sub>3</sub>C к меньшим концентрациям углерода. Так, например, при содержании в стали 0,6%

С и 5% Cr она является заэвтектоидной, а сталь с тем же содержанием хрома и 1,5% С - ледебуритной.

Легирующие элементы V, Ti, Nb сдвигают точки S и E вправо к большим концентрациям углерода. При введении в сталь легирующих элементов, расширяющих  $\alpha$  - область, получим структурную диаграмму (рис. 4.2а). В этом случае будем иметь следующие пять классов сталей: I - доэвтектоидный, II - заэвтектоидный, III - ледебуритный, IV - полуферритный, V - ферритный. При введении в сталь легирующих элементов, расширяющих  $\gamma$  - область, получим структурную диаграмму (рис. 4.2 б). В этом случае будем иметь следующие классы сталей: I - доэвтектоидный, II - заэвтектоидный, III - ледебуритный, IV - полуаустенитный, V - аустенитный.

Доэвтектоидные, заэвтектоидные и эвтектоидные стали независимо от структуры (дисперсности) эвтектоида обычно объединяют в один класс - перлитные стали.

Таким образом, основываясь на фазовом равновесии, по структуре после отжига легированные стали делят на классы: перлитный, аустенитный, ферритный, ледебуритный (карбидный).

Классификация сталей по структуре после нормализации более условна, хотя удобна с практической точки зрения. По этой классификации стали делят на 5 классов: перлитный, мартенситный, аустенитный, ферритный, ледебуритный. По структуре сталей можно судить и о их свойствах. Например, стали перлитного класса обладают небольшой твердостью и высокой пластичностью, а стали мартенситного класса весьма твердые и хрупкие. Примерный состав и класс некоторых сталей приведен в табл. 4.1.

I. Перлитный класс. К этому классу относят низколегированные стали с суммой легирующих элементов не более 5% (например, 40X, 30XН3А, 15XСНД и др.), поэтому эти стали сравнительно недорогие. Стали перлитного класса в литом состоянии имеют крупнозернистую феррито-перлитную структуру (сорбитную, бейнитную). Поэтому заготовки сначала подвергают отжигу

(иногда нормализации) для уменьшения зерна к степени ликвации - образуется дисперсная ферритокарбидная структура.

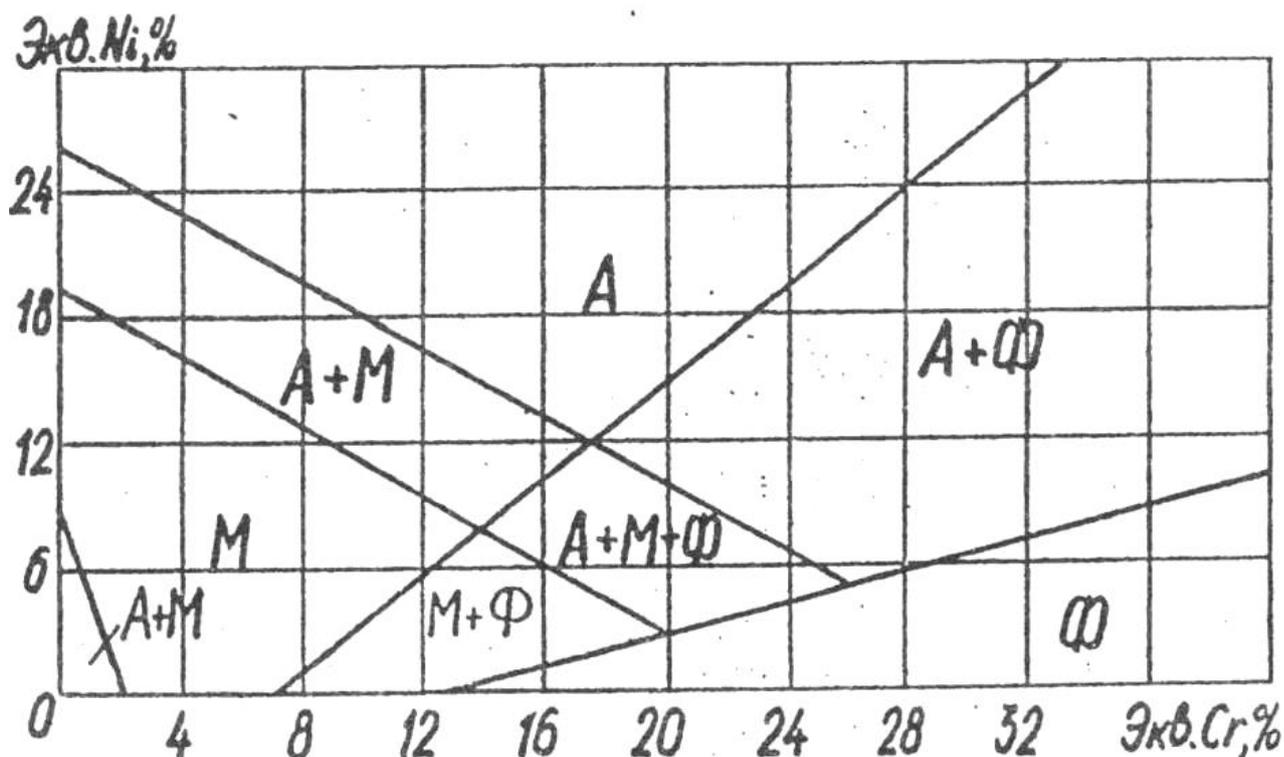


Рисунок 4.1. Структурная диаграмма коррозионностойких сталей (диаграмма Шеффлера)

$$\text{Экв. Ni} = \%Ni + 30\%C + 0,5\%Mn; \quad \text{Экв. Cr} = \%Cr + \%Mo + 1,5\%Si + 0,5\%Nb;$$

Ф - феррит; А - аустенит; М - мартенсит

К этому классу принадлежит большинство конструкционных и инструментальных сталей. Конструкционные судостроительные и строительные низкоуглеродистые стали (09Г2С, 10ГСНД, 10ХСНД и др.) отличаются хорошей свариваемостью, пластичностью, применяются при постройке (удов, конструкций). Конструкционные стали с содержанием 0,3 - 0,5%С (40Х, 45ХН, 38ХМА и др.) нашли широкое распространение при изготовлении деталей машин (оси, валы, шестерни). Стали с содержанием углерода 0,6-0,7% идут на изготовление рессор и пружин (65Г2, 70С3А и др.).

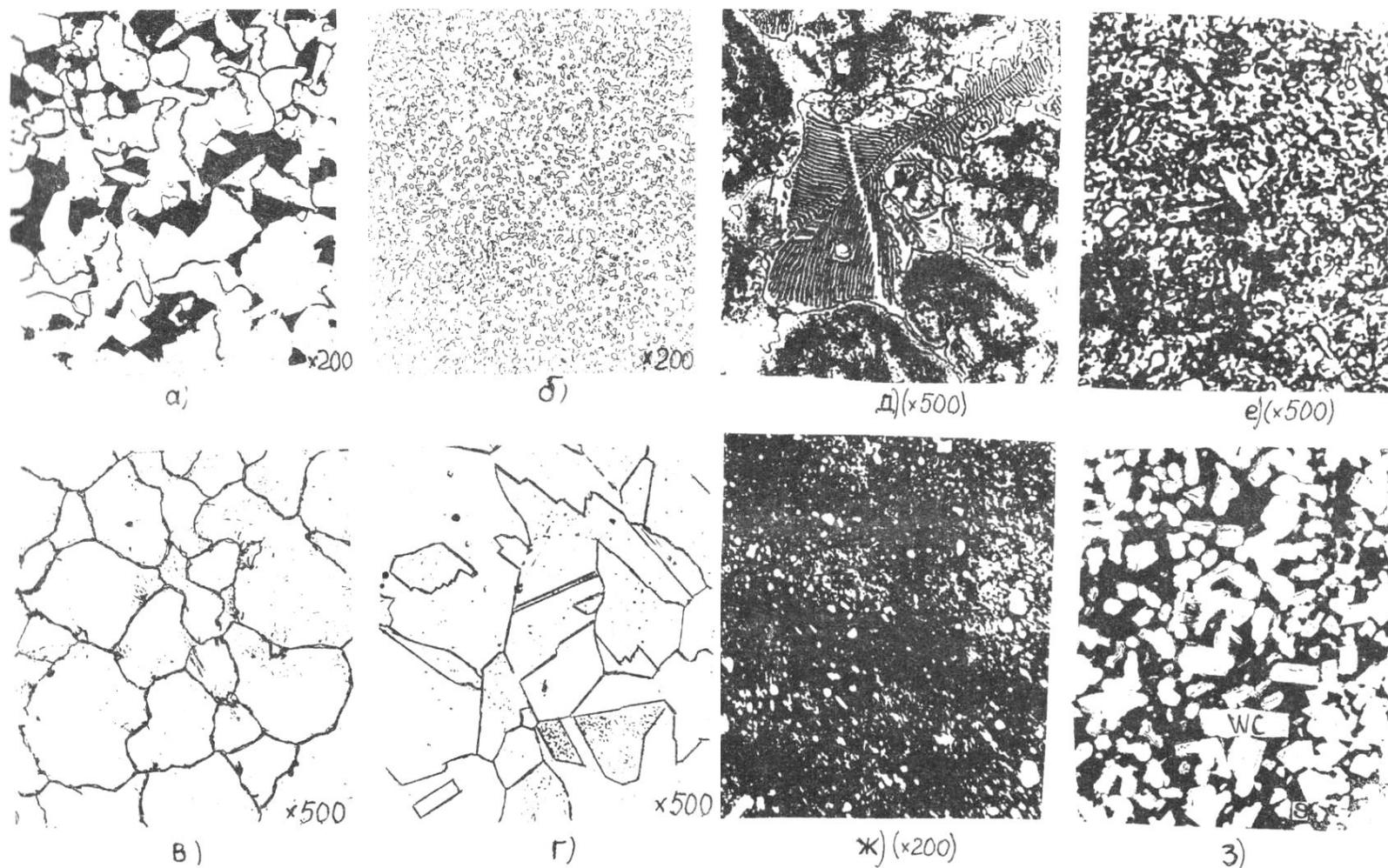


Рисунок 4.2. Микроструктура легированных сталей

а - низколегированная корпусная (строительная) сталь, перлитный класс; б - шарикоподшипниковая сталь (после отжига), мартенситный класс; в - нержавеющая сталь, ферритный класс; г - нержавеющая сталь, аустенитный класс; д - быстрорежущая сталь в литом состоянии, ледебуритный класс; е - быстрорежущая сталь после термообработки, карбидный класс; ж - низколегированная инструментальная сталь; з - твердый вольфрамовый сплав

Легирующие элементы, увеличивающие прокаливаемость, дают возможность получать высокие механические свойства в деталях больших сечений. Из легированных сталей с содержанием 0,4-0,6%С (50ХНМ, 40ХНВ и др.) изготавливают инструмент для горячей обработки давлением (штампы, матрицы, пуансоны и др.). Для изготовления режущего и мерительного инструмента широко применяют легированные высокоуглеродистые стали с содержанием углерода 0,8% и более (90ХС, ХБГ). После соответствующей термической обработки (заковки с низким, отпуском) эти стали обладают высокой твердостью и износостойкостью.

2. Стали мартенситного класса содержат повышенное количество легирующих элементов, и их охлаждение на воздухе приводит к образованию мартенситной структуры с карбидами. Наибольшее распространение получили мартенситные нержавеющие стали, из которых изготавливают хирургический инструмент, ножи (30Х13, 40Х13) и другие стали, работающие в коррозионной среде.

### 3. Ферритный класс.

Стали ферритного класса имеют структуру феррита или феррита с карбидами. Наиболее известными являются стали, содержащие от 13 до 25-28% Cr при содержании углерода менее 0,1-0,2% (08Х13, 12Х17, 15Х25, 15Х28). Они отличаются коррозионной стойкостью в агрессивных средах, высоким сопротивлением окислению при нагреве - окалиностойкостью (жаростойкостью).

Стали с повышенным содержанием кремния (до 4%) и малым содержанием углерода (0,01%) - электротехнические стали (1212, 2111, 3412 и др.) применяются для изготовления якорей и полюсов электротехнических машин, магнитопроводов и т.д. Они обладают высокой магнитной проницаемостью при малых потерях на перемагничивание.

4. Аустенитный класс. Стали аустенитного класса содержат до 20-30% легирующих элементов (в основном Ni, Cr, Mn.) при небольшом количестве углерода. Структура их в равновесном состоянии представляет аустенит или

аустенит с карбидами. К этим сталям относятся хромоникелевые нержавеющие коррозионностойкие стали, применяемые в пищевом машиностроении (12X18H9T, 08X18H10T, 10X18H12Б и др.), некоторые жаропрочные, немагнитные стали; высокомарганцевые износостойкие стали (Г13). Упрочнение этих сталей обычно проводят методами холодной обработки давлением (холодный прокат, наклеп дробью).

Из аустенитных сталей изготавливают теплопередающие трубы различных диаметров, коллекторы. Склонность к хрупким разрушениям у Cr-Ni аустенитных сталей практически отсутствует, благодаря чему они используются в криогенной технике до температуры - 253°C.

Жаропрочные аустенитные стали с карбидным и интерметаллидным упрочнением (диски, лопатки газовых турбин, детали компрессоров и т.д.) работают до температур 650-800°C.

5. Ледебуритный класс. Стали ледебуритного (карбидного) класса содержат значительное количество углерода и легирующих элементов (Cr, W, V, Mo, Ti и др.). В литом состоянии первичные карбиды образуют грубую эвтектику типа ледебурит; с целью улучшения структуры и свойств стали данного класса подвергают прокату или ковке с последующим отжигом (для раздробления эвтектики на отдельные более мелкие составляющие). Структура сталей в равновесном состоянии состоит из феррита и карбидов, значительная часть которых является первичными, и которые отличаются от вторичных большими размерами. Вследствие большого количества карбидов стали этого класса после соответствующей термической обработки обладают высокой твердостью, хорошими режущими свойствами, высокой теплостойкостью, износостойкостью и поэтому применяются как инструментальные (P9, P6M5, X12TF и др.) или особо износоустойчивые.

Таблица 4.1. Состав и класс легированных сталей по структуре

Марка стали	Химический состав, %		Вид термической обработки (температура °С, среда)	Микроструктура	Класс стали в нормализованном состоянии	Примечание
	углерод	легирующие элементы				
1	2	3	4	5	6	7
09Г2С	≤0,12	1,45-1,70Mn; 0,3Cr; 0,3Ni; 0,3Cu; 0,7- 1,0Si	Отжиг	Феррит лег.+ перлит	Перлитный	Корпусная
10ХСНД	≤0,12	0,8-1,1Si; 0,5-0,8Mn; 0,6-0,9Cr; 0,5-0,8Ni; 0,4-0,65Cu	Отжиг	Феррит лег + перлит	Перлитный	Строительная с повышенной коррозионной стойкостью в атмосфере
40Х	0,36-0,44	0,5-0,8Mn; 0,8-1,1Cr; 0,17-0,37Si	3 860°С 0 500°С	Сорбит	Перлитный	Коленчатые валы, оси, шестерни
70СЗА	0,66-0,74	0,6-0,9Mn; 2,4-2,8Si 0,3Cr; 0,2Cu, 0,25Cu.	3 860°С 0 450°С	Тростит	Перлитный	Пружины вагонов, автомобильное; рессоры; торсионные валы в станкостроении.
ШХ15	0,95-1,05	1,3-1,65Cu; 0,2-0,4Mn; 0,17-0,37Si	3 840-860 0 150-170	Мартенсит+ карбиды	Мартенситный	Подшипниковые кольца, шарики и ролики
ХВГ	0,95-1,05	0,6-0,9Mn; 0,6-1,1Cr; 0,5-0,8W; 0,05-0,15V	3 840-860 0 140-160	Мартенсит + карбиды	Перлитный	Сверла, развертки, плашки
Х12М	1,45-1,7	0,35Mn; 0,35Si; 11-12,5Cr; 0,35Ni; 0,4-0,6Mo	3 1030 0 160	Мартенсит + карбиды	Ледебуритный	Штампы для холодной штамповки
Р18	0,7-0,8	3,8-4,4Cr; 17,5-19W; 1,0-1,4V; 0,5-1,0Mo	Литье  Отж  3 1270-1290 0 550-570	Ледебурит + перлит сорбит+ карбиды 290 мартенсит + карбиды	Ледебуритный (карбидный) +	Режущий инструмент высокой теплостойкости
Г13	1-1,3	11-14Mn; 0,5Si	3 1100	Аустенит	Аустенитный	Траки гусеничных машин, крестовины ж/д и трамвайных путей

Продолжение таблицы 4.1

I	2	3	4	5	6	7
40X13	0,35-0,45	0,6Mn; 0,6Si; 12-14Cr 0,6Ni; 0,03S; 0,03P	3 1000-1050 0 200-300	Мартенсит + карбиды	Мартенситный	Режущий, мерительный и хирургический инструменты
12X17	0,12	16-18Cr; 0,8Si; 0,8Mn 0,6Ni; 0,3Cu; 0,025S; 0,035P	Отжиг 760-780	Феррит леги- рованный	Ферритный	Оборудование заводов пищевой промышленности сварные конструкции
12X18H10T	0,12-0,14	0,8Si; 1-2Mn; 17-19Cr; 9-1Ni; до 0,6Ti	3 1000-1100	Аустенит легированный	Аустенитный	Сварные конструкции в агрессивной среде, жаростойкие жаропрочные
40X9C2	0,35-0,45	8-10Cr; 2-3 Si	3 860 0 460-470	Тростит	Мартенситный	Клапаны автомобильных и авиационных двигателей
EX3	1,0	3,0 Cr	3 1250-1280 0 580-600	Мартенсит + карбиды	Мартенситный	Постоянные магниты
2111	0,05-0,005	0,4-0,8 Si	Отжиг 750- -900	Феррит леги- рованный	Ферритный	Магнитопроводы, статоры, роторы электродвигателей

### **3. Порядок проведения работы**

- 3.1. Изучить разновидности и особенности термической обработки.
- 3.2. Провести термообработку легированной детали.
- 3.3. Измерить твердость
- 3.4. Сделать выводы.

### **4. Содержание отчета**

- 4.1. Название, цель работы.
- 4.2. Краткие теоретические сведения.
- 4.3. Рисунки микроструктур различных марок легированных сталей и сплавов (с разнесом структурных составляющих). Указать увеличение микроскопа.
- 4.4. Для каждого микрошлифа (справа от рисунка) дать название, марку стали, структуру (указав вид термической обработки), класс стали по структуре, химический состав, свойства и области применения.
- 4.5. Рисунки выполнить карандашом.
- 4.6. Дать выводы о влиянии легирующих элементов на свойства изучаемых сталей.

### **5. Вопросы для самоконтроля**

- 5.1. Какие стали называются легированными?
- 5.2. Для какой цели используется легирование?
- 5.3. Какие фазы образуют легирующие элементы с железом?
- 5.4. Какие фазы образуют легирующие элементы с углеродом?
- 5.5. Как влияют легирующие элементы на эвтектоидную концентрацию углерода (тч. S) и предельную растворимость углерода в Fe- $\gamma$  (тч. E)?
- 5.6. Как влияют легирующие элементы на полиморфное превращение железа (критические точки A3 и A4)?
- 5.7. На какие структурные классы делятся легированные стали после отжига?

5.8. На какие классы делятся по структуре легированные стали после нормализации?

## Лабораторная работа № 5.

### Изучение микроструктуры цветных металлов и сплавов

#### 1. Цель работы

Целью данной работы является изучить микроструктуры цветных металлов и сплавов, установить связь между структурой, свойствами и применением.

#### 2. Основные теоретические положения

Цветные металлы обладают рядом специфических свойств. Так, медь отличается высокой электропроводностью, алюминий и магний — малой плотностью, свинец — пластичностью, олово, свинец, цинк — легкоплавкостью и т. д. Поэтому перечисленные металлы, несмотря на дороговизну, широко применяют в промышленности в виде составляющих элементов цветных сплавов. Сплавление одних цветных металлов с другими с образованием сплавов в ряде случаев значительно улучшает их ценные свойства. Ниже приводится краткая характеристика ряда наиболее распространенных цветных металлов и сплавов, которые часто применяются в авто-, тракторо-, сельхозмашиностроении и ремонтном производстве.

Медь марки М1 содержит до 0,1% примесей, обладает высокой электропроводностью, применяется для проводников электрического тока. На рисунке 53 показана микроструктура деформированной меди после отжига. Видны крупные светлые зерна меди с темными границами и следы пластической деформации (прокатка) в виде линий сдвига и двойников.

Латунь марки Л68 (32% Zn, остальное — медь) обладает высокой пластичностью, антикоррозийностью; ее используют чаще для изготовления изделий прокаткой и штамповкой (проволока, листы, трубы, поплавки карбюраторов двигателей, бачки радиаторов и др.). На рисунке 5.1 приведена микроструктура деформированной однофазной  $\alpha$ -латуни марки Л68 после отжига. На ней видны темные линии сдвига и двойников. Зерна пластичной  $\alpha$ -

фазы (твердого раствора цинка в меди) вследствие анизотропии травятся на разную глубину и поэтому имеют неодинаковую окраску.

Латунь марки ЛС59-1 (40% Zn, 1% Pb, остальное— медь) обладает хорошей обрабатываемостью резанием. Применяется в виде цветного литья, а также изделий, изготовляемых прокаткой или прессованием (листы, прутки, трубы, втулки, гайки, жиклеры, тройники, пробки и др.). Микроструктура литой латуни (рис. 5.2) состоит из светлых зерен пластичной  $\alpha$ -фазы и темных зерен твердой и хрупкой  $\beta$ -фазы.



Рисунок 5.1. Микроструктура латуни Л68 после деформирования и отжига.

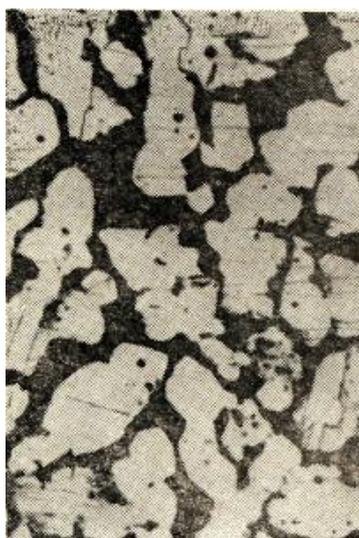


Рисунок 5.2. Микроструктура литой латуни ЛС59-1 (X200).



Рисунок 5.3. Микроструктура литой оловянистой бронзы Бр.010

Бронза марки БрОЮ (10% Sn, остальное — медь) обладает хорошими литейными свойствами и поэтому применяется для цветного сложного фасонного литья деталей арматуры, подшипников скольжения и др. Микроструктура оловянистой бронзы (рис. 5.3) состоит из неоднородного твердого  $\alpha$ -раствора (твердого раствора олова в меди) и эвтектоида  $\alpha + \text{Cu}_3\text{SiSn}_8$ . Темные участки неоднородного  $\alpha$ -раствора богаты медью, светлые — оловом, в эвтектоиде, на светлом голубом фоне соединения  $\text{Cu}_3\text{SiSn}_8$ , видны темные точечные включения  $\alpha$ -фазы.

Силумин марки АЛ2 (10. ..13% Si, остальное — алюминий) обладает коррозионной стойкостью и хорошими литейными свойствами, применяется для литья (крышки, кожухи, корпуса водяных насосов, барабаны и др.)- При отсутствии модифицирования за-эвтектический сплав, содержащий 12 % Si, имеет структуру, состоящую из эвтектики ( $\text{cc} + \text{Si}$ ) грубого строения и темных крупных игл кремния (рис. 5.4,а), снижающих пластические свойства сплава. Фаза  $\alpha$  представляет собой твердый раствор кремния в алюминии. Модифицирование сплава натрием резко меняет характер кристаллизации силумина. На рисунке 58 приведена диаграмма состояния сплавов алюминий — кремний. Пунктиром показано смещение линий на этой диаграмме после модифицирования. В этом случае за-эвтектический сплав (12 % Si) становится доэвтекти-ч<sup>^</sup>ским (эвтектическая точка сдвигается вправо до 14 % Si, а

эвтектическая линия, соответствующая  $574\text{ }^{\circ}\text{C}$ , смещается вниз до  $563\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Поэтому в структуре после модифицирования обнаруживаются светлые зерна пластичной  $\alpha$ -фазы и темная мелкокристаллическая эвтектика (рис. 5.4,б). Модифицирование значительно улучшает пластичность и прочность силумина.

Дюралюмин марки Д1 (3,8.. 4,8 % Си, 0,6%

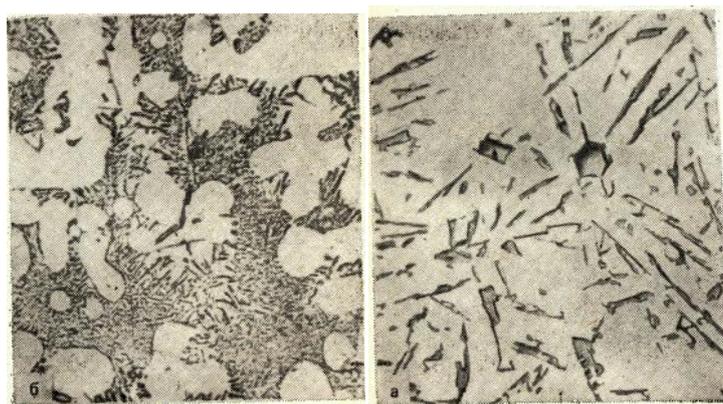


Рисунок 5.4. Микроструктура литейного алюминиевого сплава АЛ12  
а — до модифицирования; б — после модифицирования (X200).

Mg, 0,6% Мл, <0,7 о/о Si, ос-си тальное — алюминий) обладает достаточной прочностью и пластичностью, Посредством прокатки или штамповки из него изготавливают листы, прутки, трубы и др. Для получения требуемых свойств дюра-люмин закаливают в воде от  $510\text{ }^{\circ}\text{C}$  и затем подвергают естественному старению при  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение нескольких суток. После старения структура дюралюмина Д1 состоит из светлых зерен пересыщенного твердого раствора меди в алюминии (рис. 5.5) и темных включений  $\text{SiAl}_2$ . Другие упрочняющие сплав продукты, образуемые при старении, под микроскопом при указанном увеличении не видны. Подшипниковый сплав баббит марки Б83 (83 % Sn, 11 % Sb и 6 % Си) обладает высокими антифрикционными свойствами; сплав применяют для заливки подшипников скольжения машин ответственного назначения (турбины, компрессоры, дизели и др.). Структура сплава (рис. 5.6) состоит из темной пластической основы  $\alpha$ -фазы (твердого раствора сурьмы в

меди и олове), светлых твердых частиц крупных кубических кристаллов SnSb, мелких игл или звезд кристаллов CueSns ( $\text{Cu}_3\text{Sn}$ ).



Рисунок 5.5. Микроструктура деформированного алюминиевого сплава Д1 после закалки в воде и естественного старения (X200)

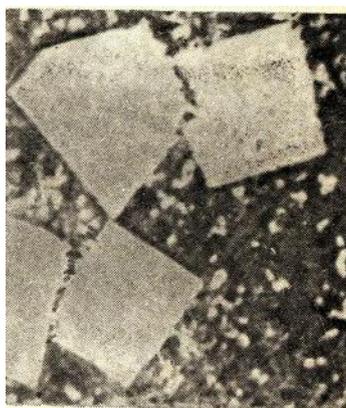


Рисунок 5.6. Микроструктура оловянистого баббита Б83

Порядок выполнения работы. 1. Рассмотреть под микроскопом и зарисовать схемы микроструктур изучаемых цветных металлов и сплавов.

2. Записать марку, химический состав, термообработку, названия зарисованных микроструктурных составляющих, количество фаз, увеличение микроскопа, свойства и применение изучаемых сплавов.

Содержание отчета. В отчет необходимо включить: схемы и описания изучаемых микроструктур цветных металлов и сплавов; диаграмму состояния сплавов алюминий — кремний и сущность модифицирования силуминов и старения дюралюминов.

### **3. Порядок проведения работы**

- 3.1. Изучить основные теоретические положения.
- 3.2. Провести микроанализ шлифов.
- 3.3. оформить отчет
- 3.4. Сделать выводы.

#### **4. Содержание отчета**

- 4.1. Название, цель работы.
- 4.2. Краткие теоретические сведения.
- 4.3. Рисунки микроструктур различных марок цветных сплавов. Указать увеличение микроскопа.
- 4.4. Для каждого микрошлифа (справа от рисунка) дать название, марку стали, структуру, класс стали по структуре, химический состав, свойства и области применения.
- 4.5. Рисунки выполнить карандашом.
- 4.6. Сделать выводы.

#### **5. Вопросы для самоконтроля**

- 5.1. Какие сплавы называются цветными?
- 5.2. Особенность микроструктуры цветных металлов и сплавов?

## Лабораторная работа № 6.

### Сварка под слоем флюса. Сварка в среде защитных газов

#### 1. Цель работы

Целью данной работы является изучение способов сварки под слоем флюса и в среде защитных газов

#### 2. Основные теоретические положения

Сварка под слоем флюса

Известные недостатки ручной дуговой сварки обуславливают целесообразность применения сварки под флюсом.

Для автоматической дуговой сварки под флюсом используют непокрытую электродную проволоку и флюс для защиты дуги и сварочной ванны от воздуха. Диаметр сварочной проволоки 1 - 3 мм.

В процессе автоматической сварки под флюсом (рис. 6.1) дуга 10 горит между проволокой 3 и основным металлом 8. Столб дуги и металлическая ванна жидкого металла 9 со всех сторон плотно закрыты слоем флюса 5 толщиной 30 – 50 мм. Часть флюса расплавляется, в результате чего вокруг дуги образуется газовая полость, а на поверхности расплавленного металла – ванна жидкого шлака 4.

По мере поступательного движения электрода происходит затвердевание металлической и шлаковой ванн с образованием сварного шва 7, покрытого твердой шлаковой коркой 6.

Проволоку подают в дугу и перемещают ее вдоль шва с помощью механизмов подачи 2 и перемещения. Ток к электроду поступает через токоввод 1.

Автоматическая сварка под флюсом по сравнению с ручной дуговой сваркой дает: повышение производительности процесса сварки в 5 – 20 раз, что достигается использованием больших сварочных токов (до 2000 А) и непрерывности процесса сварки.

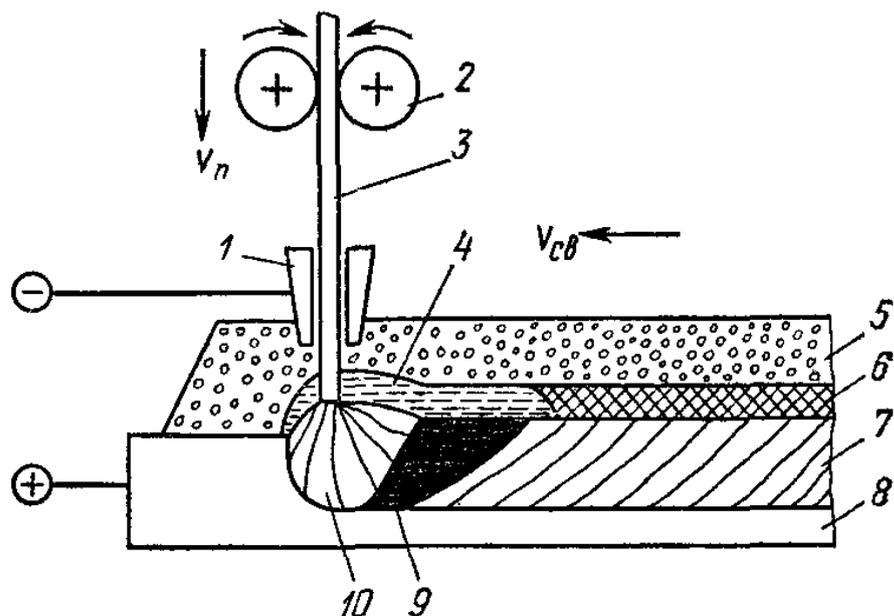


Рисунок 6.1. Сварка под слоем флюса

Применение непокрытой проволоки позволяет приблизить токопровод на расстояние 30 – 50 мм от дуги и тем самым устранить опасный разогрев электрода при большой силе тока; улучшение качества шва за счет интенсивного раскисления и легирования; увеличение глубины провара; улучшение санитарных условий труда; экономию металла.

К недостаткам автоматической сварки под флюсом следует отнести: невозможность визуального наблюдения за процессом формирования шва; невозможность сварки швов в потолочном положении и на вертикальной плоскости; повышенные требования к чистоте свариваемых кромок и сборке деталей.

#### Сварка в среде защитных газов

При сварке в защитном газе электрод, зона дуги и сварочная ванна защищены струёй защитного газа.

В качестве защитных газов применяют инертные газы (аргон и гелий) и активные газы (углекислый газ, азот, водород и др.), иногда – смеси двух газов или более. В нашей стране наиболее распространено применение аргона Ar и углекислого газа CO<sub>2</sub>.

Аргонодуговая сварка алюминиевых сплавов неплавящимся вольфрамовым электродом (рис. 6.2) ведется на переменном токе. Для зажигания дуги без короткого замыкания в сварочную цепь включается маломощный высоковольтный аппарат, называемый осциллятором. Осциллятор вырабатывает напряжение  $U=3000...8000$  В, но чтобы обеспечить безопасность сварщика, оно имеет высокую частоту ( $f = 250...500$  кГц). Внешняя характеристика источника питания должна быть падающей.

Используется присадочная проволока из алюминиевого сплава.

При сварке неплавящимся электродом на переменном токе сочетаются преимущества дуги на прямой и обратной полярностях. Дуга прямой полярности горит стабильнее, однако дуга обратной полярности обладает одним важным технологическим свойством: при ее действии с поверхности свариваемого металла удаляются оксиды. Одно из объяснений этого явления заключается в том, что поверхность металла бомбардируется тяжелыми положительными ионами аргона, которые механически разрушают пленки оксидов. Процесс удаления оксидов также известен как катодное распыление. Указанные свойства дуги обратной полярности используют при сварке алюминия, магния и их сплавов, применяя для питания дуги переменный ток.

Асимметрия электрических свойств дуги, обусловленная ее меньшей электрической проводимостью при обратной полярности по сравнению с прямой, приводит к ряду нежелательных явлений. В результате выпрямляющей способности дуги появляется постоянная составляющая тока прямой полярности. В этих условиях дуга горит неустойчиво, ухудшается очистка поверхности сварочной ванны от тугоплавких оксидов и нарушается процесс формирования шва. Поэтому для питания дуги в аргоне переменным током применяют специальные источники тока. В их схему включают стабилизатор горения дуги – электронное устройство, подающее импульс дополнительного напряжения на дугу в полупериод обратной полярности.

Аргонодуговая сварка алюминиевых сплавов плавящимся алюминиевым электродом ведется на постоянном токе обратной полярности (за счет катодного

распыления обеспечивается удаление тугоплавкой пленки оксида  $Al_2O_3$  с поверхности сварочной ванны).

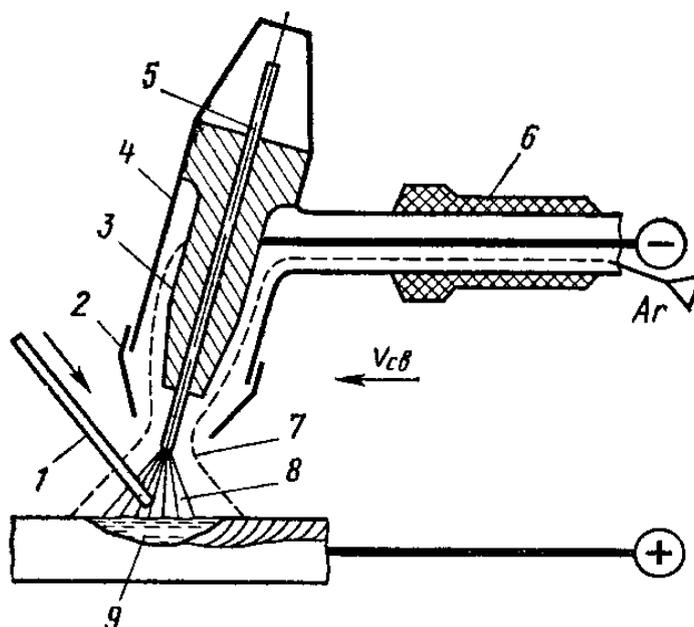


Рисунок 6.2. Схема аргодуговой сварки стали вольфрамовым электродом: 1 – присадочный стальной пруток или проволока, 2 – сопло; 3 – окоподводящий мундштук; 4 – корпус горелки; 5 – плавящийся вольфрамовый электрод; 6 – рукоять горелки; 7 – атмосфера аргона; 8 – сварочная дуга; 9 – ванна расплавленного металла

Схема процесса приведена на рис. 6.3. Нормальное протекание процесса сварки и хорошее качество шва обеспечиваются при высокой плотности тока ( $100 \text{ А/мм}^2$  и более). При невысокой плотности тока имеет место крупнокапельный перенос расплавленного металла с электрода в сварочную ванну, приводящий к пористости шва, сильному разбрызгиванию расплавленного металла и малому проплавлению основного металла. При высоких плотностях тока перенос расплавленного металла с электрода становится мелкокапельным или струйным.

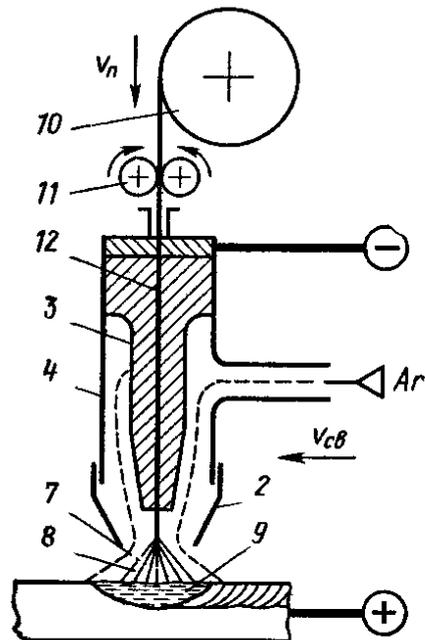


Рисунок 6.3. Схема аргодуговой сварки алюминиевого сплава плавящимся электродом: 2 – сопло; 3 – токоподводящий мундштук; 4 – корпус горелки; 7 – атмосфера аргона; 8 – сварочная дуга; 9 – ванна расплавленного металла; 10 – кассета с проволокой; 11 – механизм подачи, 12 – плавящийся металлический электрод

В условиях действия значительных электромагнитных сил быстродвижущиеся мелкие капли сливаются в сплошную струю. Такой перенос электродного металла обеспечивает глубокое проплавление основного металла, формирование плотного шва с ровной и чистой поверхностью и разбрызгивание в допустимых пределах.

В соответствии с необходимостью применения высоких плотностей тока для сварки плавящимся электродом используют проволоку малого диаметра (0,6 – 3 мм) и большую скорость ее подачи. Такой режим сварки обеспечивается только механизированной подачей проволоки в зону сварки. Повышенная плотность тока обуславливает необходимость применения источника питания с полого падающей или жесткой внешней характеристикой.

Полого падающая внешняя характеристика источника питания пересекается со статической вольтамперной характеристикой дуги при больших

значениях сварочного тока. Для сравнения: при ручной дуговой сварке используется круто падающая внешняя характеристика источника питания, что обеспечивает сравнительно небольшие значения сварочного тока в рабочем режиме.

Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности. В данном случае электрические свойства дуги в значительной степени определяются наличием ионизированных атомов металла электрода в столбе дуги. Поэтому дуга обратной полярности горит устойчиво и обеспечивает нормальное формирование шва, в то же время ей соответствуют повышенная скорость расплавления проволоки и производительность процесса сварки.

Дуговая сварка стали в атмосфере углекислого газа выполняется только плавящимся электродом без покрытия при постоянном токе обратной полярности (рис. 6.4).

Применяется специальная сварочная проволока с большим содержанием раскислителей марганца и кремния. Диаметр сварочной проволоки 0,8 – 2 мм.

Режим сварки в среде CO<sub>2</sub> обусловлен теми же особенностями переноса электродного металла и формирования шва, которые рассмотрены для сварки плавящимся электродом в аргоне.

При высоких температурах сварочной дуги CO<sub>2</sub> диссоциирует на оксид углерода CO и кислород O, который, если не принять специальных мер, приводит к окислению свариваемого металла и легирующих элементов. Окислительное действие кислорода нейтрализуется введением в проволоку дополнительного количества раскислителей. Поэтому для сварки в CO<sub>2</sub> углеродистых и низколегированных сталей применяют сварочную проволоку с повышенным содержанием этих элементов (Св-08ГС, Св10Г2С и т. д.). На поверхности шва образуется тонкая шлаковая корка из оксидов раскислителей.

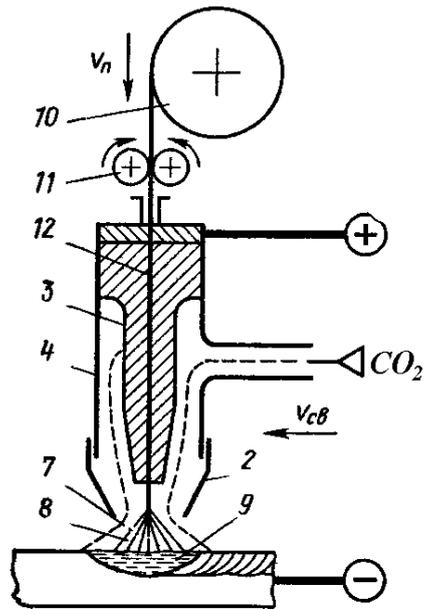


Рисунок 6.4. Схема сварки в атмосфере углекислого газа плавящимся электродом:

2 – сопло; 3 – токоподводящий мундштук; 4 – корпус горелки; 7 – атмосфера  $CO_2$ ; 8 – сварочная дуга; 9 – ванна расплавленного металла; 10 – кассета с проволокой; 11 – механизм подачи, 12 – плавящийся металлический электрод

Сварка в атмосфере углекислого газа в зависимости от степени механизации подачи сварочной проволоки и перемещения сварочной горелки может быть ручной, полуавтоматической и автоматической. Преимущества сварки в среде  $CO_2$  по сравнению с ручной дуговой сваркой и сваркой под флюсом: высокая степень защиты расплавленного металла от воздействия воздуха; возможность ведения процесса во всех пространственных положениях; возможность визуального наблюдения за процессом формирования шва и его регулирования.

В углекислом газе сваривают конструкции из углеродистой и низколегированной сталей. Преимущество полуавтоматической сварки в  $CO_2$  с точки зрения ее стоимости и производительности часто приводит к замене ею ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

### **3. Порядок выполнения работы**

- 3.1. Изучить основные теоретические положения.
- 3.2. Ознакомиться с оборудованием
- 3.3. Ознакомиться с режимами сварки в среде защитного газа.
- 3.4. Ознакомиться с режимами сварки под слоем флюса
- 3.5. Сделать выводы
- 3.6. Составить отчет

### **4. Содержание отчета**

- 4.1. Название, цель работы.
- 4.2. Схема сварки в среде защитного газа
- 4.3. Схема сварки под слоем флюса
- 4.4. Вывод

### **5. Контрольные вопросы**

- 5.1. Что такое флюс?
- 5.2. Для чего используют флюс?
- 5.3. Какие особенности сварного шва под слоем флюса?
- 5.4. Устройство установки для сварки под слоем флюса
- 5.5. Какие газы применяют при сварке?
- 5.6. Для чего используют защитные газы в сварке?
- 5.7. Какие особенности сварного шва?
- 5.8. Устройство установки для сварки в среде защитного газа

## Лабораторная работа № 7.

### Технология газовой сварки

#### 1. Цель работы

Целью данной работы является изучить технологию газовой сварки металлов

#### 2. Основные теоретические положения

Сущность процесса: используется теплота реакций окисления горючих газов в струе кислорода.

В качестве горючего газа, как правило, применяется ацетилен ( $C_2H_2$ ), так как он имеет достоинства перед другими горючими газами: наибольший тепловой эффект при сгорании 1 м<sup>3</sup> газа. На расстоянии 3 - 5 мм от ядра, в средней зоне, находится точка максимальной температуры (3150 - 3200 °C). (рис. 7.1); наибольший тепловой эффект при сгорании 1 м<sup>3</sup> газа.

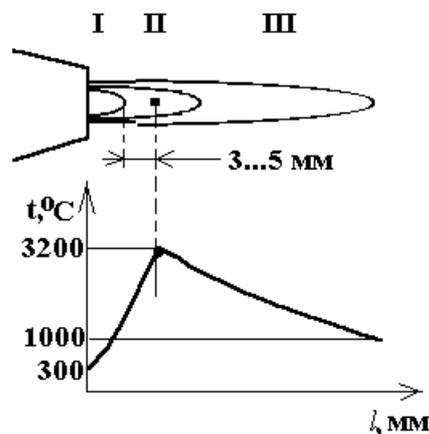


Рисунок 7.1. Схема распределения температуры пламени.

На расстоянии 3 - 5 мм от ядра, в средней зоне, находится точка максимальной температуры (3150 - 3200 °C). Оплавление металла производят в этой зоне пламени. Оплавление металла производят в этой зоне пламени.

Схема газовой сварки приведена на рис. 7.2. Место соединения нагревают до расплавления высокотемпературным газовым пламенем. При нагреве газосварочным пламенем 4 кромки свариваемых заготовок 1 расплавляются, а зазор между ними заполняется присадочным металлом 2, который вводят в пламя горелки 3 извне. Газовое пламя получают при сгорании горючего газа в атмосфере технически чистого кислорода.

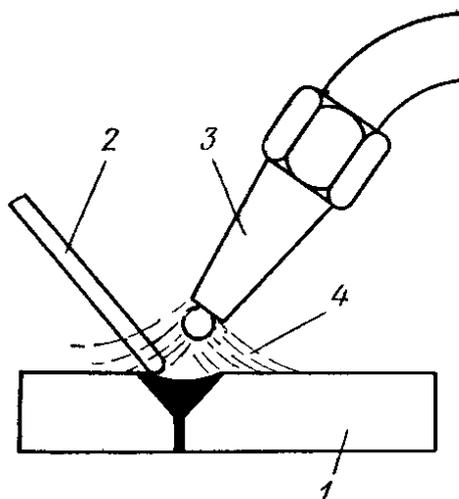


Рисунок 7.2. Схема газовой сварки

Кислород, используемый для сварочных работ, поставляют к месту потребления в стальных баллонах под давлением 15 МПа.

Баллоны окрашивают в голубой цвет с черной надписью «Кислород».

Ацетилен получают в специальных аппаратах – газогенераторах – при взаимодействии воды с карбидом кальция:



При разложении 1 кг карбида кальция образуется 250 – 300 дм<sup>3</sup> ацетилена. Ацетилен взрывоопасен при избыточном давлении свыше 0,175 МПа, хорошо растворяется в ацетоне (в одном объеме ацетона при давлении 0,15 МПа растворяется 23 объема ацетилена). Последнее свойство используют для его безопасного хранения в баллонах. Конструкция ацетиленовых баллонов аналогична конструкции кислородных баллонов. Их окрашивают в белый цвет и делают на них красной краской надпись «Ацетилен».

Для газовой сварки применяют горелки, действующие по принципу инжектора: поток кислорода  $O_2$  засасывает ацетилен  $C_2H_2$ . Такие горелки наиболее безопасны. Они имеют сменные наконечники с различными диаметрами выходных отверстий инжектора и мундштука, что позволяет регулировать мощность ацетилено-кислородного пламени. Регулируя количество ацетилена и кислорода, поступающих в горелку, можно получить нормальное, восстановительное и окислительное пламя, характер которого выбирают в зависимости от свариваемого металла.

Для газовой сварки сталей присадочную проволоку выбирают в зависимости от состава сплава свариваемого металла. Для сварки чугуна применяют специальные литые чугунные стержни; для наплавки износостойких покрытий – литые стержни из твердых сплавов. Для сварки цветных металлов и некоторых специальных сплавов используют флюсы, которые могут быть в виде порошков и паст.

В связи с тем, что ацетилен является взрывоопасным газом, вначале сварки открывают кислородный вентиль, затем зажигается спичка и только после этого открывается ацетиленовый вентиль. В конце сварки – наоборот: вначале закрывается ацетиленовый вентиль, а потом – кислородный.

При газовой сварке заготовки нагреваются более плавно, чем при дуговой; это и определяет основные области ее применения: для сварки металлов малой толщины (0,2 – 3 мм); легкоплавких цветных металлов и сплавов; для металлов и сплавов, требующих постепенного нагрева и охлаждения, например инструментальных сталей, чугуна, латуней; для пайки и наплавочных работ; для подварки дефектов в чугунных и бронзовых отливках. При увеличении толщины металла производительность газовой сварки резко снижается. При этом за счет медленного нагрева свариваемые изделия значительно деформируются. Это ограничивает применение газовой сварки.

### **3. Порядок проведения работы**

#### **3.1. Изучить основные теоретические положения.**

3.2. Ознакомиться с оборудованием.

3.3. Оформить отчет

3.4. Сделать выводы.

#### **4. Содержание отчета**

4.1. Название, цель работы.

4.2. Схема газовой сварки

4.3. Вывод

#### **5. Контрольные вопросы**

5.1. Какие газы применяют при сварке?

5.2. Оборудование для газовой сварки?

5.3. Какие особенности сварки?

5.4. Температура горючего пламени.

## **Лабораторная работа №8**

### **Части, элементы, геометрические параметры токарного резца**

#### **1. Цель работы**

Целью данной работы является изучить элементы и геометрические параметры токарных резцов; научиться самостоятельно, измерять углы заточки резца с помощью настольного угломера.

#### **2. Основные теоретические положения**

Токарные резцы являются наиболее распространенными инструментами, используемыми при металлообработке. Резцы применяют при продольном точении, подрезании торцов, отрезании, растачивании сквозных и глухих отверстий, обработке фасонных поверхностей, нарезании резьб, а также при выполнении ряда других работ. С некоторым приближением можно считать, что резец составляет основу режущей части любого металлорежущего инструмента. Поэтому его изучение имеет весьма важное значение для понимания сущности процесса резания.

Части и элементы токарного резца принято рассматривать в связи со схемой обработки, режимами резания и расположением резца относительно заготовки и ее поверхностей: обрабатываемой 1, обработанной 3 и поверхности резания 2 (рис. 8.1, а). Поверхность резания на заготовке располагается между обрабатываемой и обработанной поверхностями. Именно с этой поверхности при резании происходит отделение стружки от основного материала.

Части, конструктивные элементы и углы лезвия резца

Токарный проходной резец состоит из лезвия (режущей части) 2 и стержня 1 (рис. 8.1, б).

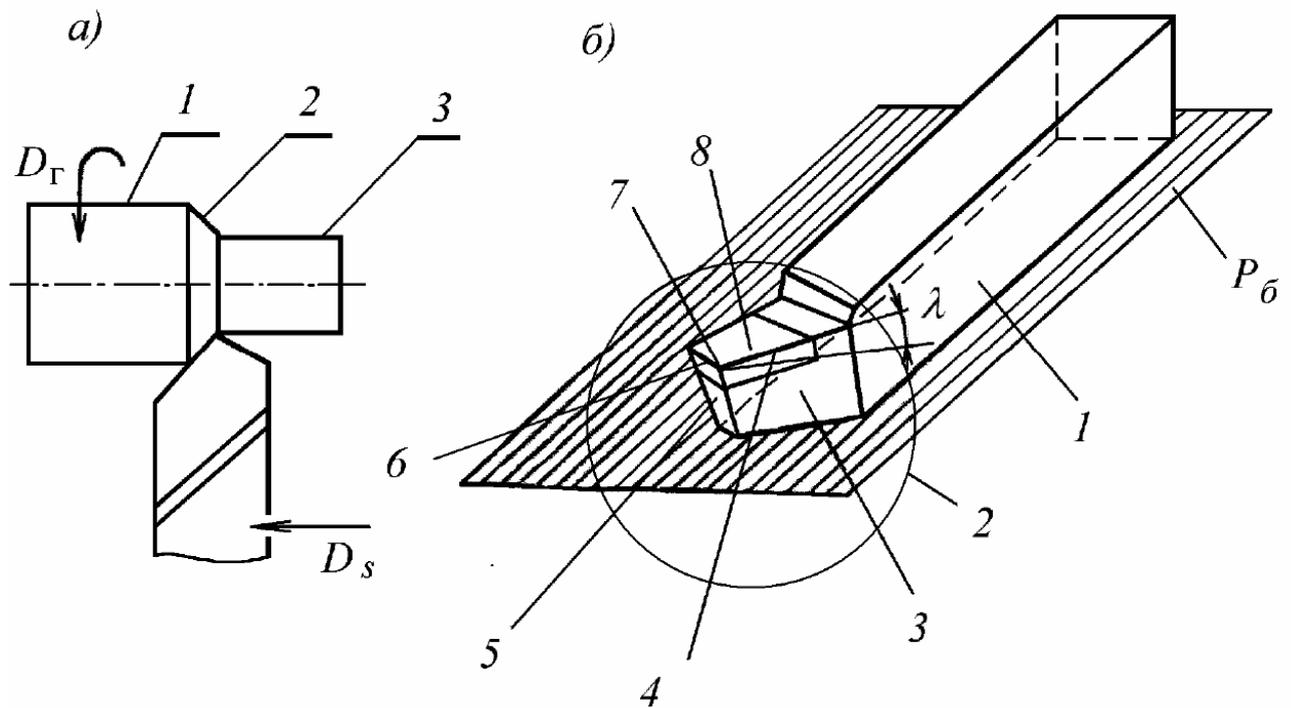


Рисунок 8.1. Схема точения (а), токарный проходной резец (б)

На лезвии резца различают следующие конструктивные элементы:

- переднюю поверхность 8, по которой при резании движется стружка;
- главную заднюю поверхность 3, контактирующую с поверхностью резания на заготовке;
- вспомогательную заднюю поверхность 5, обращенную к обработанной поверхности на заготовке;
- главную режущую кромку 4, образованную пересечением передней и главной задней поверхностей лезвия резца;
- вспомогательную режущую кромку 6, образованную пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей резца;
- вершину резца 7, являющуюся местом пересечения главной и вспомогательной режущих кромок.

Стержень резца 1 служит для его закрепления на станке. Для этого резец устанавливают плоскостью  $P_{\text{б}}$ , называемой установочной, в резцедержателе станка и закрепляют не менее чем двумя болтами.

Прочность, износ, стойкость, а в целом работоспособность резца, зависят от расположения поверхностей и кромок лезвия относительно друг друга и заготовки. Это расположение принято определять геометрическими элементами, т. е. углами их наклона в одной из трех систем прямоугольных координат: инструментальной, статической и кинематической.

Инструментальная система координат применяется для определения углов резца как материального тела при его изготовлении, переточке и контроле. В данной работе эта система не рассматривается.

Статическая система координат используется для приближенных расчетов углов резца в процессе резания и для учета изменения этих углов после установки инструмента на станке (рис. 8.2). Из всех видов движения резания в этой системе учитывается только главное движение резания  $D_r$ .

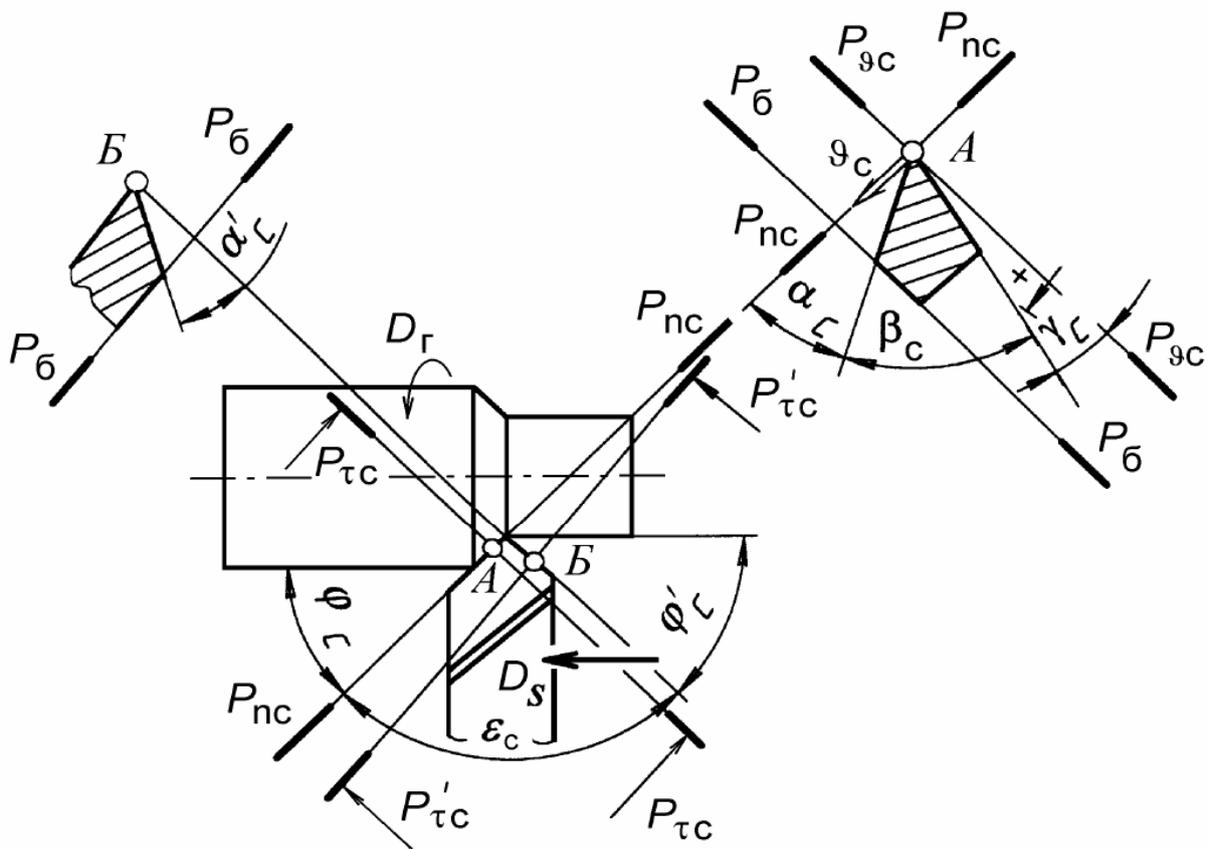


Рисунок 8.2. Углы токарного проходного резца

Обозначения координатных плоскостей и углов лезвия в статической системе координат имеют индекс «с». В состав системы входят три взаимно перпендикулярные координатные плоскости: основная  $P_{\vartheta c}$ , плоскость резания  $P_{nc}$  и главная секущая плоскость  $P_{\tau c}$ .

Начало статической системы координат помещают в рассматриваемую точку А главной режущей кромки, а координатные плоскости этой системы ориентируют в пространстве следующим образом. Основная плоскость проходит через точку А главной режущей кромки перпендикулярно вектору скорости  $\vartheta$  главного движения резания. Плоскость резания совмещена с вектором скорости  $\vartheta$  и касается в точке А поверхности резания на заготовке. Главная секущая плоскость проходит через точку А перпендикулярно двум рассмотренным координатным плоскостям.

Для определения угла наклона вспомогательной задней поверхности лезвия используют дополнительно к ранее перечисленным вспомогательную секущую плоскость  $P_{\tau c}'$ , проводимую через точку Б вспомогательной режущей кромки перпендикулярно проекции этой кромки на основную плоскость  $P_{\vartheta c}$ .

Кинематическая система координат позволяет рассчитывать углы лезвия резца с учетом всех движений резания ( $D_{\tau}$  и  $D_s$ ), используемых при обработке заготовки. Начало координат этой системы также, как и статической, помещают в точку А главной режущей кромки. Вторую координатную плоскость (плоскость резания) в этой системе совмещают с вектором результирующей скорости резания.

Углы резца в данной работе рассматриваются в статической системе координатных плоскостей. Поэтому все они получили название статических углов. Для упрощения названия в дальнейшем слово «статический» будет опускаться.

В главной секущей плоскости  $P_{\tau c}$  определяют передний угол главный задний угол  $\alpha_c$  и угол заострения

Главный задний угол  $\alpha_c$  – угол в главной секущей плоскости  $P_{\tau c}$  между главной задней поверхностью лезвия резца и плоскостью резания. Он служит для

уменьшения трения между главной задней поверхностью резца и поверхностью резания на заготовке. Однако чрезмерное увеличение заднего угла приводит к снижению прочности лезвия. Поэтому обычно главный задний угол резца принимают в пределах 6–12 градусов. Для обработки вязких материалов и при точении с тонкими стружками применяют резцы с большими углами  $\alpha_c$ . При резании твердых и хрупких материалов выбирают меньшие из ранее указанных значений главного заднего угла.

Передний угол  $\gamma_c$  – угол в главной секущей плоскости  $P_{тс}$  между передней поверхностью лезвия резца и основной плоскостью  $P_{ос}$ . Различают положительный передний угол (передняя поверхность направлена вниз от основной плоскости), угол равный нулю (передняя поверхность параллельна основной плоскости) и отрицательный передний угол (передняя поверхность направлена вверх от основной плоскости).

С увеличением переднего угла облегчается врезание резца в металл, уменьшается деформация срезаемого слоя, облегчается сход стружки, уменьшаются силы резания и расход энергии. Вместе с тем, увеличение переднего угла приводит к уменьшению прочности лезвия резца. Поэтому при использовании хрупких инструментальных материалов (твердые сплавы, минералокерамика, алмазы и др.) для повышения прочности и стойкости инструмента применяют отрицательные и нулевые передние углы, а при работе инструментом из быстрорежущих сталей, обладающих большей ударной вязкостью, – положительные передние углы (10–30 град.).

Угол заострения  $\beta_c$  – угол в главной секущей плоскости  $P_{тс}$  между передней и главной задней поверхностями резца. Уменьшение угла  $\beta_c$  приводит к ослаблению лезвия и снижению прочности резца, а также к ухудшению отвода тепла из зоны режущих кромок.

Между рассмотренными тремя углами существует следующая зависимость:

$$\alpha_c + \beta_c + \gamma_c = 900 \quad (8.1)$$

Существенное влияние на процесс резания оказывает и вспомогательный задний угол  $\alpha c'$ , измеряемый во вспомогательной секущей плоскости  $P_{tc}'$ . Этот угол располагается между вспомогательной задней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости резца. Угол  $\alpha c'$  служит для уменьшения трения вспомогательной задней поверхности резца по обработанной поверхности заготовки. Обычно принимают  $\alpha c' = \alpha c$ . Кроме рассмотренных углов, резец имеет углы в плане  $\phi c$  и  $\phi c'$ , угол при вершине  $\epsilon c$ , а также угол наклона главной режущей кромки  $\lambda c$ .

Главный угол в плане  $\phi c$  – угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость резца  $P_{\theta} c$  и направлением движения подачи. С уменьшением угла  $\phi c$  увеличивается длина активной части режущей кромки, что улучшает отвод теплоты из зоны обработки и уменьшает износ инструмента. Однако при слишком малом значении угла  $\phi c$  резко возрастает отжим резца от заготовки и возникают вибрации, ухудшающие качество обработанной поверхности. Поэтому в зависимости от вида обработки, типа резца и жесткости технологической системы угол  $\phi c$  обычно выбирают в пределах 30–90 градусов.

Вспомогательный угол в плане  $\phi c'$  – угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость  $P_{\theta} c$  и направлением, обратным направлению подачи  $D_s$ . Угол  $\phi c'$  служит для уменьшения трения вспомогательной задней поверхности резца по обработанной поверхности заготовки. Для проходных резцов, обрабатывающих жесткие заготовки, угол  $\phi c' = 5-100$ , при обработке нежестких заготовок его принимают в пределах 30–45 градусов.

Угол при вершине  $\epsilon c$  – угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость  $P_{\theta} c$ .

Рассмотренные углы связаны между собой зависимостью

$$\phi c + \phi c' + \epsilon c = 1800 \quad (8.2)$$

Углом наклона главной режущей кромки  $\lambda c$  называют угол в плоскости резания  $P_{nc}$  между главной режущей кромкой и основной плоскостью  $P_{\theta} c$ . Он

считается положительным (см. рис. 8.1, б), когда вершина резца является низшей точкой режущей кромки; отрицательным, когда вершина резца будет высшей точкой режущей кромки; равным нулю, если главная режущая кромка параллельна основной плоскости. Угол  $\lambda_c$  служит для отвода стружки в направлении к обработанной ( $\lambda_c > 00$ ) или обрабатываемой ( $\lambda_c < 00$ ) поверхности. Кроме того, положительный угол  $\lambda_c$  упрочняет вершину инструмента. Поэтому при черновой обработке и резании твердых материалов необходимо углу  $\lambda_c$  придавать положительные значения (15–20 град.). При чистовой обработке для предотвращения царапания стружкой обработанной поверхности рекомендуют использовать резцы с отрицательными значениями этого угла.

#### Методика измерения углов резца

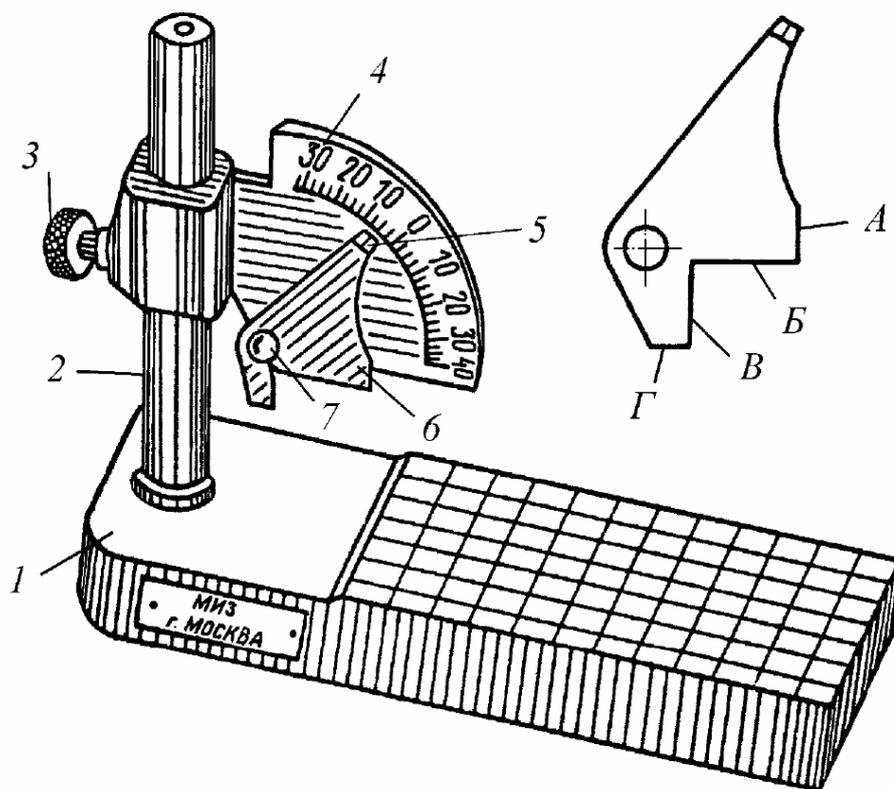


Рисунок 8.3. Настольный угломер

Углы резца измеряют при помощи настольного угломера (рис. 8.3), который состоит из основания 1 и стойки 2. По стойке вверх и вниз может

передвигаться сектор 4 с градусной шкалой. На секторе укреплен поворотная пластина 6 с указателем 5. По расположению риски указателя относительно градусной шкалы сектора 4 определяют значение измеряемого угла резца. Положение поворотной пластины на секторе 4 фиксируется винтом 7.

Поворотную пластину 6 прикладывают «без просвета» измерительными кромками А, Б, В, Г к той поверхности лезвия, от которой отсчитывается измеряемый угол. Модуль значения угла (без знака «+» или «-») определяют по положению риски указателя пластины 5 на градусной шкале сектора 4. Знаки находят только для углов  $\gamma_c$  и  $\lambda_c$ , как было указано выше. Остальные углы могут быть только положительными.

При измерении углов  $\phi_c$  и  $\phi'_c$  резец размещают на основании угломера боковой плоскостью стержня, а сектор 4 устанавливают в положение основной плоскости  $P\Phi c$ .

Поворотную пластину 6 прикладывают при определении угла  $\phi_c$  к главной задней грани лезвия, угла  $\phi'_c$  – к вспомогательной задней грани.

Углы  $\beta_c$  и  $\epsilon_c$  определяют расчетом по формулам. Измеренные и рассчитанные значения статических углов справедливы для резца, который устанавливают на станок таким образом, что его вершина находится на уровне линии центров станка, а ось стержня перпендикулярна оси заготовки. Если вершина резца будет располагаться на станке выше или ниже линии центров, то базовая поверхность  $P_b$  станет не параллельна статической основной плоскости  $P\Phi c$ . Поэтому действительные значения углов  $\gamma_c$ ,  $\alpha_c$  и  $\alpha'_c$  будут отличаться от измеренных. В случае неперпендикулярности оси стержня резца к оси заготовки изменит свое расположение статическая плоскость резания  $P_{nc}$ . Следовательно, полученные значения углов  $\phi_c$  и  $\phi'_c$  также будут не точны.

### **3. Порядок выполнения работы**

3.1. Ознакомиться элементами и геометрическими параметрами токарных резцов.

3.2. Провести измерение углов резца

3.3. Оформить отчет

#### **4. Содержание отчета**

4.1. Название, цель работы.

4.2. Зарисовать резец и указать элементы и углы резания

4.3. Вывод

#### **5. Контрольные вопросы**

5.1. Перечислите элементы резца

5.2. Перечислите основные углы резца

5.3. Конструктивные элементы лезвия резца

5.4. Контроль углов резца

## **Лабораторная работа №9**

### **Механическая обработка**

#### **1. Цель работы**

Целью данной работы является приобретение студентами навыков разработки маршрута механической обработки детали, оформления технологической документации.

#### **2. Основные теоретические положения**

Порядок проектирования технологических процессов

Разработка технологического процесса механической обработки детали заканчивается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса. Комплект технологических документов зависят от вида технологического процесса (единичный, типовой или групповой) и типа производства.

В маршрутном технологическом процессе это сокращенное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов. Применяется в единичном и мелкосерийном типах производства.

В операционном технологическом процессе это полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов. Применяется в крупносерийном и массовом типах производства.

В маршрутно-операционном технологическом процессе это сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте, но полное описание отдельных операций.

Маршрутная карта (МК) является основным и обязательным документом любого технологического процесса.

Общие положения по составлению технологического маршрута обработки.

При разработке маршрута изготовления детали и его структуры рекомендуется следующая последовательность работы:

1. Обработка исходной информации. Исходная информация делится на базовую, руководящую и справочную.

Базовая информация - это конструкторская документация (чертежи, ТУ и др.) и производственная программа (годовая величина партий и т.п.) для определения типа производства.

Руководящая информация - это государственные стандарты - ЕСТПП, ЕСТД, ОСТы и стандарты предприятий (СТП) классификаторы деталей и операций, трудовые нормативы, действующие унифицированные технологические процессы, инструкции и т.д.

Справочная информация - это справочники, каталоги, паспорта оборудования, различные пособия и т.п. в том числе справочные таблицы по припускам, режимам резания и т.д.

2. Обработка конструкций деталей на технологичность с учётом типа производства.

Технологичность – это совокупность свойств, обеспечивающая в заданных условиях производства и эксплуатации наименьшие затраты труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и ремонте изделия.

3. Выбор вида технологического процесса по следующим показателям:

- по методу разработки – унифицированный (типовой или групповой) или единственный технологический процесс;

- по назначению – проектный (разрабатывается без «привязки» к конкретному предприятию), рабочий (можно запускать в производство) или перспективный необходимо выполнить определенные научно-исследовательские работы и внедрить его в производство);

- по степени детализации оформления □ маршрутный, маршрутно-операционный или операционный.

4. Выбор заготовки.

Основными видами заготовок для деталей, изготавливаемых из металлических сплавов, являются:

а) сортовой материал, изготавливаемый прокатом, волочением и т.п. из черных металлов и цветных сплавов (прутки круглого, квадратного и шестигранного сечения, трубы, плоский прокат - листы, полосы, ленты). Некоторые из этих видов заготовок могут применяться и для ряда неметаллических материалов (винипласт, гетинакс, текстолит и др.);

б) отливки (литые заготовки);

в) поковки и штамповки.

Для неметаллических деталей исходным сырьем чаще всего являются различные порошкообразные материалы, применяемые для последующего формообразования прессованием или другими методами.

Выбор метода изготовления заготовки зависит от материала детали и ее массы (габаритов), величины производственной партии, требований к точности формы, размеров и взаимного расположения поверхностей, их шероховатости, а иногда и от некоторых других факторов. При возможности назначения нескольких методов выбирается наиболее экономичный в данных производственных условиях.

## 5. Выбор комплекта технологических баз.

### Назначение баз

Технологическая база - это поверхность, сочетание поверхностей, ось или точка, принадлежащая заготовке и используемая для определения ее положения в процессе изготовления. Базирование при механической обработке – это придание заготовке с помощью комплекта баз требуемого положения для ее обработки. В значительной степени маршрут операций технологического процесса предопределяется выбором и назначением комплектов технологических баз.

Комплект баз для деталей, не являющихся телами вращения, определяется, как правило, тремя базами: установочной, лишаящей деталь трех степеней свободы; направляющей, лишаящей деталь двух степеней свободы; и опорной,

лишающей деталь одной степени свободы. В некоторых случаях для базирования таких деталей, а также для базирования деталей – тел вращения служат базы: двойная направляющая, лишаящая деталь четырех степеней свободы, и двойная опорная, лишаящая деталь двух степеней свободы в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Графические обозначения баз, а в ряде случаев - опор, зажимов и установочных элементов, приводятся на операционных эскизах операционных карт технологических процессов, а также на сборочном чертеже оснастки.

### Правила выбора баз

При выборе и назначении технологических баз необходимо соблюдать следующие основные правила.

1) Поверхность, принимаемая за технологическую базу, должна по возможности являться одновременно и конструкторской (основной или вспомогательной) базой, т.е. технологическая база должна совпадать с конструкторской (правило совмещения баз). Конструкторской называется база, используемая для определения положения детали в изделия. В случае невозможности определения конструкторской базы по этому признаку (т.е. при отсутствии сборочного чертежа) за конструкторскую базу следует принимать поверхность, определяемую размером до обрабатываемой поверхности. В приведенных примерах поверхности, обозначенные знаком " V ", являются либо конструкторскими базами, либо измерительными.

При использовании их в качестве технологических баз они обеспечивают отсутствие погрешности базирования. При несовпадении технологической базы с конструкторской и измерительной появляется погрешность базирования, величину которой необходимо определять расчетом.

2) Для определения точности взаиморасположения поверхностей детали, подлежащих обработке в разных операциях технологического процесса, желательно сохранять в них постоянство установочной технологической базы. Это правило называется правилом постоянства баз.

3) В качестве установочной технологической базы применять по возможности наиболее протяженные и наиболее точно и чисто обработанные поверхности.

4) Необработанные поверхности применять в качестве технологических установочных (черновых) баз только для первых операций технологического процесса.

5) При использовании черновых баз не допускать на их поверхности наличия следов литников, выпоров, облоя и других следов.

6) При выборе черновых баз для первой операции желательно использование таких поверхностей заготовки, которые будут оставаться необработанными после окончательной обработки детали.

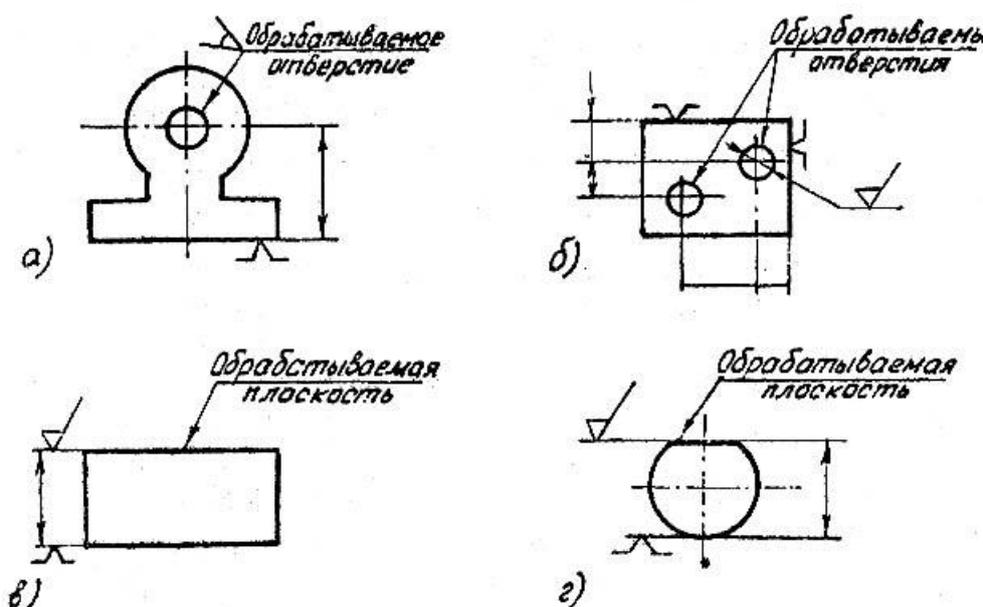


Рисунок 9.1. Схемы установки и базирования деталей

На рисунках показаны наиболее распространенные схемы установки и базирования деталей при выполнении различных операций механической обработки резанием, с двумя видами схем обозначения баз. Теоретические схемы базирования следует использовать только для эскизов на сборочных чертежах приспособлений.

Схемы установки, базирования и закрепления заготовок для оформления операционных эскизов в маршрутах операций и технологических карт. При оформлении операционных эскизов скрытые базы разрешается не указывать.

Разработка маршрута обработки детали и определение последовательности обработки поверхности.

Последовательность операций назначают исходя из следующих основных положений:

- в первую очередь обрабатываются поверхности, которые будут являться технологическими базами для последующих операций;
- операции, на которых возможно появление брака из-за внутренних дефектов заготовки, нужно выполнять на ранних стадиях обработки;
- первыми следует обрабатывать поверхности, не требующие высокой точности;
- отверстия сверлятся в конце технологического процесса, за исключением тех случаев, когда они служат базами;
- заканчивается процесс изготовления детали обработкой той поверхности, которая должна быть наиболее точной и имеет основное значение для эксплуатации детали. Если она была обработана ранее, до выполнения других смежных операций, может возникнуть необходимость в ее повторной обработке;
- если деталь подвергается термической обработке по ходу технологического процесса, механическая обработка разбивается на две части: до термической обработки и после нее;
- технический контроль намечают после тех операций, где вероятно повышенная доля брака, перед ответственными операциями, а также в конце обработки детали.

В содержании технологической операции необходимо указывать все элементы операции, выполняемые в технологической последовательности по обработке изделия. При записи содержания операции допускается полная или сокращенная форма записи. При наличии графических изображений, которые

достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке заготовки, следует использовать сокращенную запись, например: “Сверлить 4 отв.  $d = 12+0,1$  согласно чертежу”. Полную запись следует выполнять при отсутствии графических изображений.

### **3. Порядок выполнения работы**

- 3.1. Изучить основные теоретические положения работы
- 3.2. Разработать технологический процесс обработки детали
- 3.3. Оформить отчет

### **4. Содержание отчета**

- 4.1. Название, цель работы.
- 4.2. Схемы установки и базирования деталей
- 4.3. Вывод

### **5. Контрольные вопросы**

- 5.1. Что такое базы?
- 5.2. Классификация баз
- 5.3. Что такое технологичность?
- 5.4. Как выбрать заготовку?

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, Г.М. Материаловедение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по немашиностроительным направлениям / Г.М. Волков, В.М. Зуев - 3-е изд. ; стер. - М. : Академия, 2013. - 448 с
2. Фетисов, Г.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман - М.: Металлургия, 2015. Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> ЭБС "Юрайт
3. Колесник, П.А. Материаловедение на автомобильном транспорте [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненной группе направлений подготовки "Транспортные средства". - 5-е изд. ;испр. - М. : Академия, 2012. - 320 с.
4. Плошкин, В.В. Материаловедение [Текст] : учебное пособие для студентов немашиностроительных спец. вузов. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 463 с. - (Основы наук).Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru> ЭБС "Юрайт

ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический  
университет имени П.А.Костычева

**Кафедра**

**“Электротехника, электрооборудование и автоматика”**

## **РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

для выполнения лабораторных работ

по общей электротехнике и электронике

**Направление подготовки** 23.03.01

Технология транспортных

**Направленность (профиль(и))** «Организация перевозок на  
автомобильном транспорте»

**Форма обучения:** очная, заочная

студента(ки) \_\_\_\_\_

факультета \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

Рязань – 2023 г.

Авторы:

С.О. Фатьянов доцент, кандидат технических наук.

Е.С. Семина доцент, кандидат технических наук

Рецензент:

доцент кафедры Электроснабжения С.Н. Гобелев

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Цель работы: Научиться пользоваться электроизмерительными приборами и проводить измерения электрических величин.

Классификация электроизмерительных приборов:

По измеряемой величине:

 - амперметр,  - вольтметр,  - ваттметр.

По роду тока:

— - постоянного тока, ~ - переменного тока, ≅ - универсальный.

По виду установки прибора:

 или  $\rightarrow$  горизонтальные,  $\perp$  или  $\uparrow$  - вертикальные.

По принципу действия:

 - магнитоэлектрические,  - электромагнитные,

 - электродинамические.

ПРИБОРЫ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Эти приборы состоят из постоянного магнита и подвижной катушки, изготовленной из изолированного провода и соединённой со стрелкой. Ток в катушку подаётся по двум упругим пружинам, которые одновременно создают противодействующее усилие.

Принцип действия таких приборов основан на взаимодействии магнитных полей катушки с током и постоянного магнита. Сила взаимодействия между этими магнитными полями определяется по формуле:

$$F = CBI,$$

где  $B$  – магнитная индукция постоянного магнита,

$I$  – ток в катушке,

$C$  – постоянный коэффициент, зависящий от конструкции прибора.

Из формулы видно, что изменение направления тока приводит к изменению знака силы, то есть прибор не может работать на переменном токе. Шкала прибора равномерная. Магнитоэлектрические приборы являются наиболее точными.

К недостаткам этих приборов относятся: чувствительность к перегрузкам и высокая стоимость.

## ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ

Эти приборы состоят из неподвижной катушки, выполненной из изолированного провода, железного сердечника, связанного со стрелкой.

Принцип действия таких приборов основан на взаимодействии магнитных полей катушки с током и сердечника, который намагничивается под действием магнитного поля катушки. Сердечник не должен сохранять остаточный магнетизм после исчезновения поля катушки.

Сила взаимодействия между магнитными полями катушки и сердечника определяется по формуле:

$$F = CBI,$$

где  $I$  – сила тока в катушке,

$B = f(I)$  – магнитная индукция сердечника, зависящая от тока в катушке,

$C$  – постоянный коэффициент, зависящий от конструкции прибора.

Учитывая зависимость магнитной индукции сердечника от токов катушке, можно записать:  $F = CI^2$

Из формулы видно, что изменение полярности (знака) тока в катушке не приводит к изменению знака силы взаимодействия, то есть прибор может работать как на постоянном токе, так и на переменном токе. Шкала прибора нелинейная (квадратичная). Приборы электромагнитной системы имеют простую конструкцию, дешёвы, допускают перегрузку.

## ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Такой прибор состоит из двух катушек изолированного провода. Одна из катушек неподвижна, вторая катушка находится внутри первой, подвижная и соединена со стрелкой. Ток к подвижной катушке подаётся через спиральные пружины. Принцип действия прибора основан на взаимо-

действию магнитных полей двух катушек. Сила взаимодействия между магнитными полями катушек определяется по формуле:  $F = CI_1 I_2$ ,

где  $I_1$  - ток неподвижной катушки,

$I_2$  - ток подвижной катушки,

$C$  – постоянный коэффициент, зависящий от конструкции прибора.

Из формулы видно, что при одновременном изменении знака токов обеих катушек, не изменяет знака сила их взаимодействия.

Прибор работает на постоянном и переменном токе. Наличие двух обмоток позволяет использовать прибор в качестве ваттметра.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 1. Измерение величины тока.

Измерение производят амперметром, который включается в электрическую цепь последовательно с нагрузкой.

В качестве нагрузки использовать лампы накаливания.

Собрать схему рисунок 1. Определить цену деления при-

бора  $C = \frac{X_{пред}}{n}$ ,

где  $C$  – цена деления прибора,

$n$  - число делений шкалы.

$X_{пред}$  - предел измерения прибора,

Для отсчета измеряемой величины необходимо число делений, соответствующее отклонению стрелки  $n_0$ , умножить на цену деления прибора.

Таблица 1

№	C	$n_0$	I, A
1			
2			
3			

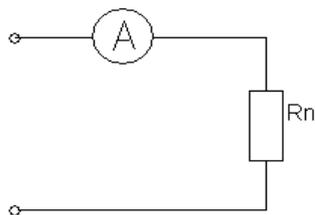


Рис.1

## 2. Измерение напряжения.

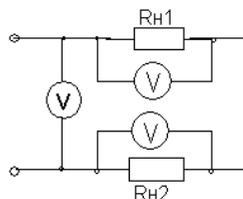
Для измерения напряжения применяются вольтметры. Вольтметры включаются параллельно участку в цепи, на котором измеряется напряжение. Цена деления шкалы определяется как в амперметре.

Собрать схему рисунок 3. В качестве нагрузки взять две группы ламп накаливания. Показания прибора внести в таблицу 2.

Таблица 2

№	C	$n_0$	U, B
1			
2			
3			

Рис. 2



Расширение предела измерения вольтметра.

Для расширения предела измерения вольтметра применяют добавочное сопротивление  $R_d$ , которое включается последовательно с вольтметром рисунок 4.

Расчет добавочного сопротивления осуществляется по формуле:

$$R_d = R_v(m - 1),$$

где  $R_v$  – внутреннее сопротивление вольтметра,

$m$  – во сколько раз расширяется предел измерения прибора.

Пример. Вольтметр с пределом измерения 100В, внутреннее сопротивление вольтметра – 10 кОм. Измерение необходимо производить в цепи с напряжением 300 В. Тогда  $m = \frac{300}{100} = 3$ .

$$R_d = 10(3-1) = 20 \text{ кОм.}$$

$R_d = 20$  кОм включается последовательно с вольтметром.

Собрать схему рисунок 3, показания прибора и расчетные данные внести в таблицу 3.

Таблица 3

№	$R_v$	$m$	$R_d$	$C$	$n_0$	U, В
1						
2						
3						

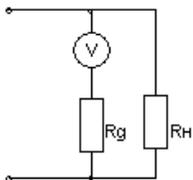


Рис.3

### 3.Измерение электрической мощности.

Измерение мощности осуществляется ваттметром. Схема включения ваттметра приведена на рисунке 4.

Токовая обмотка ваттметра подключается последовательно с нагрузкой, а обмотка напряжения параллельно нагрузке. Цена деления ваттметра определяется из формулы:

$$C_w = \frac{U_n I_n}{n},$$

где  $U_n$  – предел измерения по напряжению,

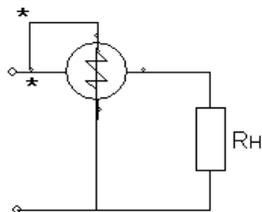
$I_n$  – предел измерения по току,

$n$  – число делений шкалы.

Полученные данные внести в таблицу 5.

Таблица 4.

№	C	$n_0$	P,Вт
1			
2			
3			



Погрешность при измерении электрических величин.

Погрешности подразделяются на абсолютную и относительную.

Абсолютная погрешность – разность между измеренной и действительной величинами.

$$\pm \Delta A = A_{изм} - A_{действ}$$

Относительная погрешность (класс точности прибора) – величина максимальной абсолютной погрешности к пределу измерения прибора, выражаемая в процентах:

$$\gamma = \frac{\Delta A_{макс}}{A_{пред}} \cdot 100\%$$

Пример: Амперметр с пределом измерения 10А имеет класс точности 1. Абсолютная погрешность будет:

$$\gamma = \frac{\Delta A_{макс}}{A_{пред}} \cdot 100\% \quad \Delta A_{макс} = \frac{1 \cdot 10 A}{100} = 0,1 A$$

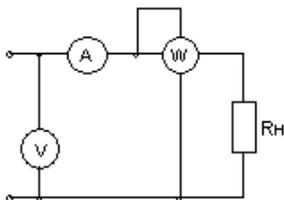
По величине возможной относительной приведённой погрешности приборы делят на классы: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4.

Для определения абсолютной погрешности собрать схему рисунок 6. В качестве активной нагрузки использовать лампы накаливания. Показания приборов внести в таблицу 6.

Рис.5

Таблица 5

№	I, А	U, В	X <sub>w</sub> , Вт	ΔРВт
1				



2				
3				

$$\Delta P = X_w - IU ,$$

где  $X_w$  - показания ваттметра

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова классификация электроизмерительных приборов и каково их условное обозначение?
2. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки приборов магнитоэлектрической системы, электромагнитной, электродинамической.
3. Что называется ценой деления шкалы прибора и как выполняется отсчет измеряемой величины?
4. Как определяется абсолютная и относительная погрешность приборов? Какими приборами измеряют величину тока, напряжение и мощность?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЗАКОНОВ КИРХГОФА

#### ПРОВЕРКА БАЛАНСА ПРИХОДЯЩЕЙ И РАСХОДУЕМОЙ МОЩНОСТЕЙ ТОКА

Цель работы: приобретение навыков сборки электрических цепей и обработка результатов измерений, закрепление знания законов Кирхгофа.

Первый закон Кирхгофа: сумма токов входящих в узел электрической цепи равна сумме токов выходящих из него

или алгебраическая сумма токов в узле равна нулю.

На рисунке 1 изображена схема, поясняющая применение первого закона Кирхгофа.

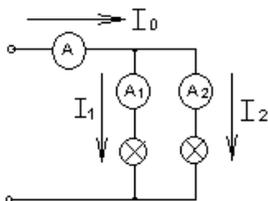


Рис. 1

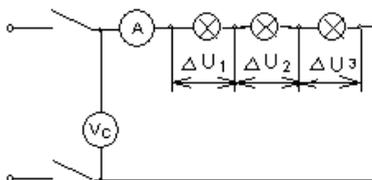


Рис. 2

$$I_0 = I_1 + I_2 \quad \text{или} \quad I_0 - I_1 - I_2 = 0$$

Второй закон Кирхгофа: в замкнутой электрической цепи алгебраическая сумма электродвижущих сил (ЭДС) равна алгебраической сумме падения напряжений на отдельных потребителях

$$\sum E = I \cdot R$$

Применение второго закона Кирхгофа поясняет схема на рис.2

$$E = U_c = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \dots + I \cdot R_n$$

Баланс мощностей заключается в том, что сумма мощностей, потребляемых каждым потребителем, будет равна общей мощности, потребляемой из сети, то есть

$$P_0 = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

Это уравнение получается из второго закона Кирхгофа

$$\sum E \cdot I = \sum I^2 \cdot R \rightarrow \sum P_o = \sum P_{номр}$$

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Собрать схему для проверки первого закона Кирхгофа (рис.3) При сборке схемы использовать две группы ламп накаливания. Нагрузку изменять числом ламп, включённых в каждой из групп.

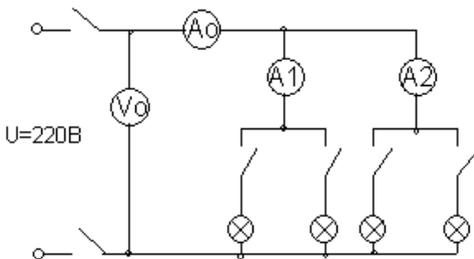


Рис.3.

Измерение и вычисленные величины занести в таблицу 1.

Таблица 1

	Измерения				Вычисления					
	I А	U о В	I <sub>1</sub> А I	I <sub>2</sub> А	P <sub>0</sub> Вт	P <sub>1</sub> Вт	P <sub>2</sub> Вт	P <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> Вт	Δ I А	ΔP Вт
1										
2										
3										

Определить погрешности измерений

$$\Delta I = I_0 - I_1 - I_2 \quad \Delta P = P_0 - P_1 - P_2$$

2. Собрать схему для проверки второго закона Кирхгофа  
рис.4

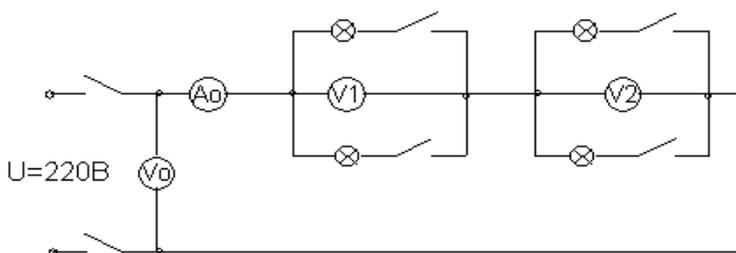


Рис.4

Измеренные данные занести в таблицу 2

Таблица 2

	Измерения				Вычисления					
	I, А	U <sub>0</sub> В	U <sub>1</sub> В	U <sub>2</sub> В	P <sub>0</sub> Вт	P <sub>1</sub> Вт	P <sub>2</sub> Вт	P <sub>1</sub> + P <sub>2</sub>	ΔU В	ΔP Вт
1										
2										
3										

Определить погрешности измерений

$$\Delta U = U_0 - U_1 - U_2 \quad \Delta P = P_0 - P_1 - P_2$$

3. Собрать схему по рисунку 5.

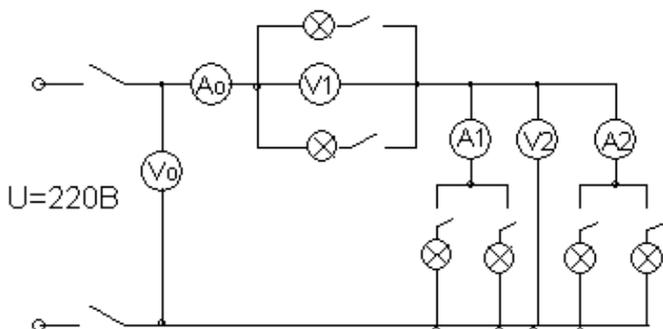


Рис.5

Измеренные и вычисленные данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

	Измерения						Вычисления					
	$I_0$ А	$U_0$ В	$I_1$ А	$I_2$ А	$U_1$ В	$U_2$ В	$P_0$ Вт	$P_1$ Вт	$P_2$ Вт	$P_1 + P_2$ Вт	$\Delta U$ В	$\Delta P$ Вт
1												
2												
3												

Выводы.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как формулируется первый закон Кирхгофа?  
Его математическая запись.
2. Как формулируется второй закон Кирхгофа?  
Его математическая запись.
3. Какова последовательность составления математического выражения второго закона Кирхгофа для конкретной цепи.
4. Как обосновать уравнение баланса потребляемых мощностей при параллельном и последовательном соединении потребителей.
5. Какие показатели электрической цепи остаются постоянными у всех потребителей при последовательном и параллельном их соединении.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ

#### ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы: Проверить законы Ома и Кирхгофа для последовательной цепи переменного тока, состоящего из активного элемента ( $R$ ), индуктивного ( $X_L = 2\pi fL$ ), ёмкостного

$$\left( X_C = \frac{1}{2\pi fC} \right).$$

Приобрести навык в определении параметров цепи и построение векторных диаграмм.

Исследовать явление резонанса напряжений.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Закон Ома для цепи рисунок 1 записывается:  $I = \frac{U}{Z}$ ,

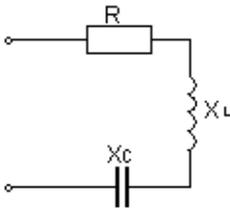


Рис.1

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2},$$

где  $Z$  – полное сопротивление последовательной цепи;

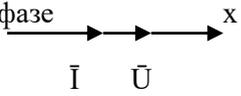
$R$  – активный элемент;

$X_L$  – индуктивное сопротивление;

$X_C$  – емкостное сопротивление.

Электрическая мощность, выделяющаяся в активном сопротивлении ( $R$ ) превращается в тепло и называется активной мощностью  $P = I^2 R$  или  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$  (Вт).

Вектора тока и напряжения на активном элементе совпадают по фазе



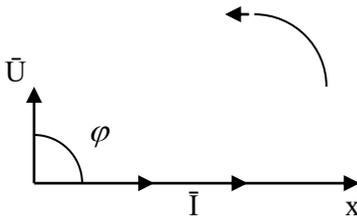
The diagram shows a horizontal axis labeled 'x'. Two arrows, labeled  $\bar{I}$  and  $\bar{U}$ , point to the right along this axis, starting from the same origin. This indicates that the current and voltage are in phase.

$\varphi = 0^0$  - угол сдвига фаз.

$X_L = 2\pi fL$  -индуктивное сопротивление; электрическая мощность в этом элементе называется реактивной и носит она положительный знак.

$$Q_L = +I^2 \cdot X_L = U \cdot I \cdot \sin \varphi \text{ (Var).}$$

Вектор тока на этом элементе отстаёт от вектора напряжения на  $\varphi = 90^0$

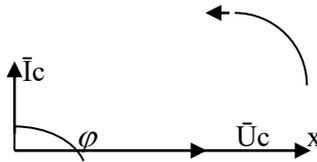


$f$  – частота,

$\left( X_C = \frac{1}{2\pi fC} \right)$  - ёмкостный элемент; электрическая мощность на этом сопротивлении называется реактивной и носит она отрицательный знак.

$$Q_C = -I^2 X_C = I \cdot U \cdot \sin \varphi \text{ (Вар)}$$

Вектор тока на этом элементе опережает вектор напряжения на  $\varphi = -90^\circ$



$Q_L$  и  $Q_C$  - реактивные мощности в отличие от активной мощности не преобразуются в тепловую энергию или механическую. Реактивная мощность накапливается в магнитном поле катушки индуктивности или в электрическом поле конденсатора, а затем эта мощность возвращается в источник. Тем самым загружают источник энергии реактивной мощностью.

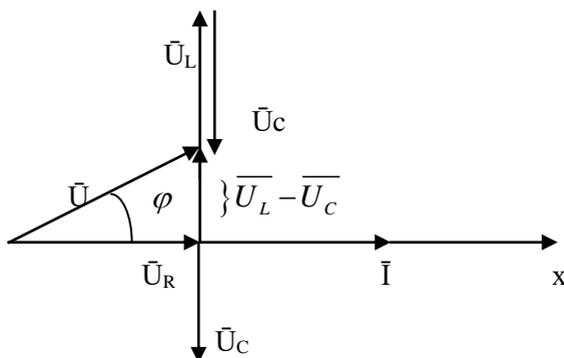
При последовательном соединении элементов  $R, X_L, X_C$  и при  $X_L > X_C$  векторные диаграммы тока и напряжений строят следующим образом. Выбирается масштаб для тока и напряжения, выбирается исходный вектор, им будет вектор тока. Вектор тока откладывается на оси  $X$ .

На активном элементе вектор тока и вектор напряжения  $\vec{I}_R = \vec{U}_R$  совпадают по фазе, на индуктивности вектор напряжения  $\vec{I}_{X_L} = \vec{U}_L$  опережает вектор тока на  $90^\circ$ , на ёмкостном сопротивлении вектор тока опережает вектор напряжения  $\vec{I}_{X_C} = U_C$  на  $90^\circ$ .

Угол сдвига фаз из векторной диаграммы определяется

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}, \quad \sin \varphi = \frac{X_L - X_C}{Z}, \quad \varphi = \operatorname{arctg} \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\cos \varphi = \frac{U_R}{U}, \quad \sin \varphi = \frac{U_L - U_C}{U}$$



Полная компенсация реактивных мощностей наступает при

$$X_L = X_C \text{ тогда } Z = R, \quad S = P \quad \text{угол } \varphi = 0^\circ$$

Такое явление называется резонансом напряжения.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

Собрать последовательно схему рисунок 1, в которую включить в качестве активной нагрузки лампы накаливания, катушку индуктивности, блок конденсаторов и электроизмерительные приборы: амперметр, ваттметр и вольтметры.

Изменяя ёмкость конденсаторов добиться, чтобы напряжение на индуктивности было равно напряжению на ёмкости  $U_L = U_C$  или

$$I_{XL} = I_{XC} \longrightarrow X_L = X_C$$

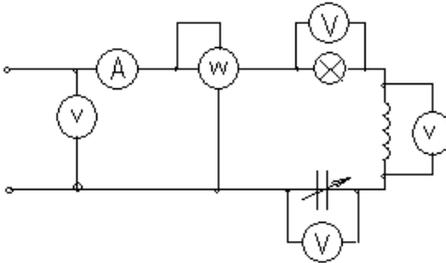


Рис.1

В цепи наступает резонанс напряжений. Затем, изменяя ёмкость, добиться, чтобы  $U_L > U_C$  и  $U_L < U_C$ . Результаты измерений внести в таблицу 1.

По результатам измерений построить векторные диаграммы, проверить второй закон Кирхгофа.

Таблица 1

	Измерения						Вычисления				
	$I_o$ А	$U_o$ В	$U_R$ В	$U_L$ В	$U_C$ В	$P$ Вт	$Q$ Вар	$S$ ВА	$\cos \varphi$	$L$ Гн	$C$ мкФ
1											
2											
3											

Построить векторные диаграммы по результатам выполненной работы.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое сопротивление называется активным и реактивным?
2. Как зависит индуктивное и ёмкостное сопротивление от частоты и почему?
3. Какая мощность называется активной и реактивной? Как вычисляется эта мощность для различных цепей переменного тока?
4. Как определить фазовый сдвиг между током и напряжением для этих цепей?
5. Как написать закон Ома для цепей переменного тока с активным, индуктивным, активно-индуктивным, ёмкостным, и активно-ёмкостным сопротивлениями? Какие особенности этих цепей?
6. Как строится векторная диаграмма для последовательной цепи, состоящей из активного сопротивления, индуктивной катушки, конденсатора? Как записать закон Ома для этих цепей?
7. В каком случае последовательная цепь с активным, индуктивным и ёмкостным сопротивлением будет иметь угол сдвига фаз между током и напряжением больше (меньше) нуля и почему?
8. Что называется резонансом напряжения и его использование?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЦЕПИ

#### ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы. Приобрести практический навык определения по экспериментальным данным параметров электрической цепи,

Исследовать резонанс токов. Приобрести навык построения векторных диаграмм.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.

При параллельном включении активного элемента ( $g$  – активная проводимость) и реактивных элементов ( $b_L$  – реактивно – индуктивная проводимость и  $b_C$  – реактивно – ёмкостная проводимость) рисунок 1 и равенство индуктивной проводимости и ёмкостной проводимости  $b_L = b_C$  в цепи наступает резонанс токов. В этом случае электрическая цепь потребляет только активную мощность, так как общая проводимость « $y$ » всей цепи равна активной проводимости  $y = g$ .

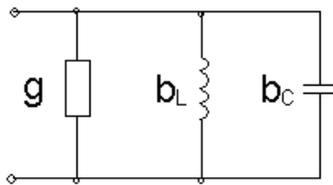


Рис.1

$$y = \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}; \quad P = S; \quad P = UI \cdot \cos \varphi;$$

$$\cos \varphi = 1; \sin \varphi = 0$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = 0$$

Физический смысл резонанса токов состоит в том, что при резонансе происходит обмен энергиями между электрическим полем конденсатора и магнитным полем катушки индуктивности. Явление резонанса токов широко используется в электротехнике для повышения  $\cos \varphi$ .  $\cos \varphi = \frac{g}{y} = \frac{g}{g} = 1$

Векторная диаграмма для схемы рис.1 строится следующим образом. Исходный вектор – вектор напряжения. На активной проводимости  $\frac{1}{R} = g$  вектор тока совпадает с вектором напряжения, на индуктивной проводимости  $\frac{X_L}{Z^2} = b_L$  вектор тока отстаёт от вектора напряжения на  $90^\circ$ , на ёмкостной проводимости  $\frac{X_C}{Z^2} = b_C$  вектор тока опережает вектор напряжения на  $90^\circ$ .

Предположим, что  $b_L > b_C$ , тогда на векторной диаграмме рисунок 2 получим.

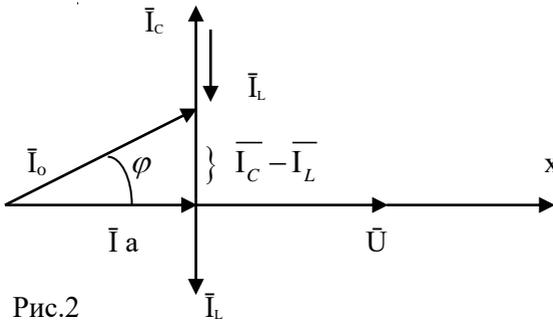


Рис.2

Для уменьшения угла сдвига фаз «φ» необходимо включить компенсирующую ёмкость, которая определяется по формуле:

$$C = \frac{P}{U^2 2\pi f} (tg\varphi_0 - tg\varphi_H),$$

Р – активная мощность установ-

ки,

$\varphi_0$  - угол сдвига фаз до компенсации,

$\varphi_H$  - угол сдвига фаз требуемый.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Собрать схему, представленную на рисунке 3. В качестве активной проводимости использовать лампы накаливания, индуктивной проводимости – катушку проводимости, ёмкостной проводимости – блок конденсаторов. Работа выполняется при пониженном напряжении. Вначале добиться резонанса токов, когда

$$I_L = I_C, \text{ затем } I_L > I_C \text{ и } I_L < I_C;$$

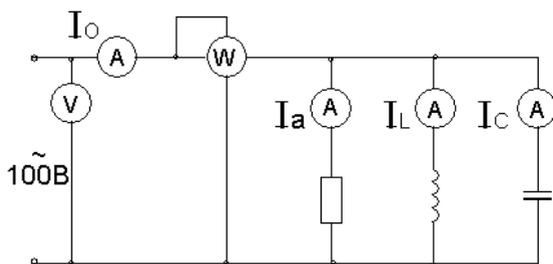


Рис.3

Результаты эксперимента внести в таблицу 1.

Таблица 1

	Измерения						Вычисления				
	U	I <sub>o</sub>	I <sub>a</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>c</sub>	P	Q	S	cos φ	b <sub>C</sub>	b <sub>L</sub>
	B	A	A	A	A	BT	Var	BA		см	см
1											
2											
3											

По опытным данным построить диаграммы.

Сделать выводы по выполненной работе.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие разновидности электрических сопротивлений существуют в цепях переменного тока и в чем их особенности?
2. Каковы особенности цепей переменного тока с параллельно включенным активным и индуктивным сопротивлениями, активным и ёмкостным сопротивлениями?
3. Как строятся векторные диаграммы токов напряжений для цепей переменного тока с параллельно включенным активным и индуктивным, активным и ёмкостным сопротивлениями?
4. Какое явление в электрических цепях называется резонансом тока. Каковы условия его возникновения и его особенности?
5. Для каких целей на практике используют резонанс токов?
6. Каким образом на практике повышают коэффициент мощности и чему равна величина ёмкости, необходимая для частичной компенсации фазового сдвига между током и напряжением?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### **ИЗУЧЕНИЕ 3-х ФАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, СОЕДИНЁННЫХ ЗВЕЗДОЙ.**

Цель работы: Убедиться в справедливости соотношений фазных и линейных величин напряжений и токов при соединении потребителей по схеме звезда.

Освоить технику соединения потребителей и источников трёх фазного тока.

Исследовать режимы работы четырёхпроводной трёхпроводной цепи, соединённой звездой.

Научиться строить векторные диаграммы для 3-х фазных цепей.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Источники 3-х фазного тока. Источники трёхфазного переменного тока (генераторы или трансформаторы) имеют три обмотки называемые фазами А, В, С. Провода, соединяющие потребителя тока с фазами генератора, называют линейными проводами. Узлы, в которые соединены три фазные обмотки генератора и потребителя тока, называют нулевыми точками, а провод, соединяющий эти два узла – нулевым.

Схема соединения обмотки 3-х фазного источника тока «звездой» с нулевым проводом (рисунок 1) позволяет получить от него равные по величине напряжения.

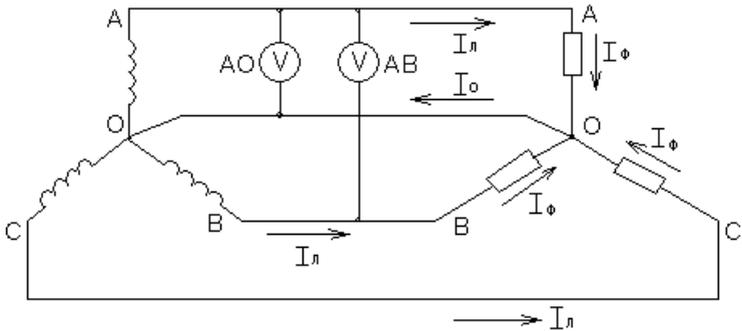


Рис.1

Напряжение между двумя линейными проводами, называют линейным:  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$ . Напряжение между линейным проводом и

нулевым называют фазным:  $U_{AO}$ ,  $U_{BO}$ ,  $U_{CO}$ , или просто  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$ .

Линейное напряжение больше фазного в  $\sqrt{3}$  раз.

Если  $U_{л} = 380$  В, то  $U_{ф} = 220$  В. Ток, протекающий в линейных проводах, называется линейным:  $I_{л} = I_{ф}$ . А «звезда» без нулевого провода (рисунок 2) используется только при наличии симметричной нагрузки (равные электросопротивления, одинаковый характер нагрузки в каждой фазе и одинаковый угол сдвига фаз между токами и напряжениями в фазах).

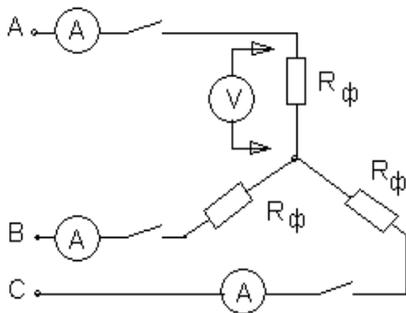


Рис.2

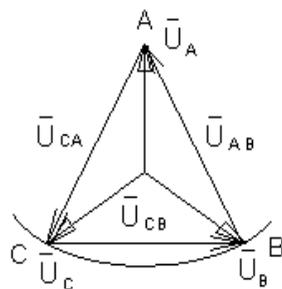


Рис.3

Для неодинаковых по величине или характеру (активное и реактивное) сопротивлениях в каждой фазе эта схема даёт неодинаковое распределение напряжений между отдельными потребителями. На потребителе с большим электросопротивлением (меньшей мощностью) будет больше напряжение (перенапряжение). Данная схема требует одновременного включения и отключения потребителей в каждой из трёх фаз. Звезда с нулевым проводом (рисунок 4) является наиболее распространённой схемой включения трёх фазных потребителей.

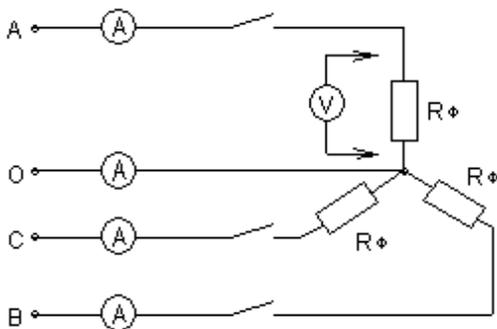


Рис.4

Соединение в звезду используется как при симметричной, так и при несимметричной нагрузках. Нулевой провод даёт напряжение на каждом потребителе независимым от их величины и характера.

Эта схема позволяет включать и отключать потребители в отдельных фазах независимо друг от друга. При симметричной нагрузке тока в нулевом проводе нет. В общем случае ток в нулевом проводе равен:

$$\bar{I}_O = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C$$

Для определения тока в нулевом проводе строят векторную диаграмму. С этой целью выбирают масштаб для тока и напряжения.

В случае отсутствия нулевого провода строят треугольник линейных напряжений. В масштабе откладывают из точки А (рис.3) два линейных напряжения  $\bar{U}_{AB}$  и  $\bar{U}_{CA}$ , затем на полудуге выбираем точку В и откладываем вектор линейного напряжения.

Из вершин треугольника откладываем вектора фазных напряжений:

$U_{AO}, U_{BO}, U_{CO}$ . При симметричной нагрузке вектора фазных напряжений располагаются друг относительно друга под углом  $120^\circ$ , при несимметричной нагрузке между векторами фазных напряжений углы будут не равны  $120^\circ$ . На векторах фазных напряжений откладываем соответствующие этим фазам векторы тока. Сумма этих векторов тока должна равняться нулю.

В четырёхпроводной системе построение векторных диаграмм начинается с построения векторов фазных напряже-

ний, которые откладываются друг относительно друга под углом  $120^{\circ}$ . Вектора токов откладываются при активной нагрузке на соответствующих векторах напряжения. Сумма векторов тока равна вектору тока в нулевом проводе.

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Собрать электрическую схему, представленную на рис.2 В качестве нагрузок использовать лампы накаливания. Провести измерения токов и напряжений при равномерной, неравномерной нагрузках, при отключении одной из фаз и коротком замыкании одной из фаз.

Результаты измерений внести в таблицу 1.

По опытным данным в масштабе построить векторные диаграммы токов и напряжений для выше указанных вариантов.

Таблица 1

О п ы т ы	$U_{AB}$ В	$U_{BC}$ В	$U_{CA}$ В	$U_{AO}$ В	$U_{BO}$ В	$U_{CO}$ В	$I_A$ А	$I_B$ А	$I_C$ А
Симметричная нагрузка фаз									
Неравномерная нагрузка фаз									
Обрыв фазы А									
Короткое замыкание фазы									

Построить векторные диаграммы токов и напряжений.

1. Собрать электрическую цепь по схеме рис.4. Произвести измерения токов и напряжений при равномерной, неравномерной нагрузке, обрыве фазы.

Результаты измерений записать в таблицу 2.

Таблица 2

Опыты	$U_A$	$U_B$	$U_C$	$U_A$	$U_B$	$U_C$	$I$	$I$	$I$	$I$
	В В	С В	А В	О В	О В	О В	А А	В А	С А	О А
Симметричная нагрузка										
Неравномерн. нагрузка										
Обрыв фазы А										

3. По опытным данным построить в масштабе векторные диаграммы токов и напряжений для выше указанных вариан-

тов и сравнить полученные данные в нулевом проводе и определённые с помощью векторных диаграмм.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое назначение имеет нулевой провод?
2. Почему на нулевом проводе нельзя ставить предохранитель или выключатели?
3. Будет ли протекать ток в нулевом проводе, если нагрузкой является три одинаковой величины сопротивления?
4. Что такое симметричная нагрузка?

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

## ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ 3-Х ФАЗНОГО ТОКА, СОЕДИНЁННЫХ ТРЕУГОЛЬНИКОМ.

Цель работы. Убедиться в справедливости фазных и линейных соотношений величин тока и напряжений.

Освоить технику соединения потребителей в треугольник. Исследовать 3-х фазную систему, соединённую в треугольник при осветительной симметричной и несимметричной нагрузке.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При соединении потребителей трёхфазного тока по схеме треугольника не образуется нулевой точки (рисунок 1).

Эта схема применяется только как трёхпроводная.

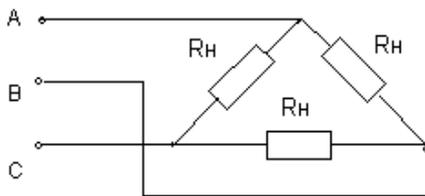


Рис.1

В схеме треугольника каждый потребитель включен независимо от других потребителей на линейное напряжение сети  $U_{л} = U_{ф}$ .

Линейный ток при симметричной нагрузке в треугольнике больше, чем фазный в  $\sqrt{3}$  раз.  $I_{л} = I_{ф} \sqrt{3}$

### ПЛАН РАБОТЫ

**ВНИМАНИЕ:** Работу проводить при линейном напряжении 220В.

1. Собрать электрическую цепь по схеме ( рисунок 2 ).  
Произвести измерение токов и напряжений для следующих вариантов: равномерная нагрузка фаз, неравномерная нагрузка фаз, обрыв фазы потребителя, обрыв линии при равномерной нагрузке фаз.

Результаты измерений занести в таблицу 1.

По опытным данным построить в масштабе векторные диаграммы токов и напряжений.

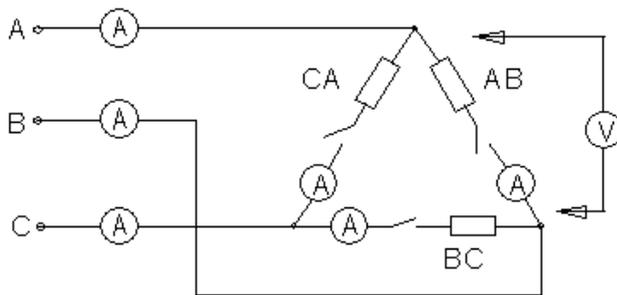


Рис.2

Таблица 1

О П Ы Т Ы	$U_{AB}$ В	$U_{BC}$ В	$U_{CA}$ В	$I_{AB}$ А	$I_{BC}$ А	$I_{CA}$ А	$I_A$ А	$I_B$ А	$I_C$ А
Симметричная нагрузка фаз									
Неравномерн. нагрузка фаз									
Обрыв в фазе потребителя									
Обрыв линии при равно - мерной нагрузке фаз									

2. На основании полученных данных сделать вывод о том, какое влияние оказывает изменение фазового тока на линейный.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие напряжения могут быть на нагрузках при включении их треугольником?
2. Как связаны линейные и фазные токи в симметричном треугольнике?
3. Когда целесообразней применять схему соединения потребителей треугольником?

## ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ В ЦЕПЯХ ТРЕХФАЗНОГО ТОКА

Цель работы. Целью работы является практическое знакомство с методами измерения активной и реактивной мощности, а также энергии в электрических цепях трёхфазного тока при равномерной и неравномерной нагрузке фаз.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Измерение мощности в электрических цепях трёхфазного тока можно осуществить: методом одного ваттметра, методом двух ваттметров, методом трёх ваттметров.

Аналогичными методами может быть измерена реактивная мощность, а также энергия (посредством электрических счётчиков)

Измерение мощности (энергии) одним ваттметром (электрическим счётчиком) применяется в случае, когда нагрузка в трёхфазной цепи симметричная. В этом случае мощности, потребляемые отдельными фазами, одинаковы, поэтому достаточно измерить мощность  $P_{\phi}$ , потребляемую одной фазой и чтобы определить мощность, потребляемую нагрузкой в целом умножить результат измерения на три

$$P = 3 P_{\phi}$$

В трёхфазных трёхпроводных системах измерение мощности при несимметричной нагрузке в большинстве случаев производят по методу двух ваттметров. Своеобразная особенность этого способа заключается в том, что даже при

симметричной нагрузке показания двух ваттметров в большинстве случаев не равны, а показания одного из ваттметров могут быть отрицательными. В этом случае мощность трёхфазной системы равна алгебраической сумме показаний двух ваттметров.

Измерение реактивной мощности в трёхфазной цепи может быть произведено посредством обычных ваттметров, но включенных по синусной схеме, то есть обмотка напряжения прибора включается в чужие фазы. Мощность рассчитывается по формуле

$$Q = X_w \cdot \sqrt{3}$$

### ПЛАН РАБОТЫ

Произвести измерение активной, реактивной и полной мощностей. В качестве нагрузки использовать асинхронный двигатель. С этой целью собрать схему (рисунок 1).

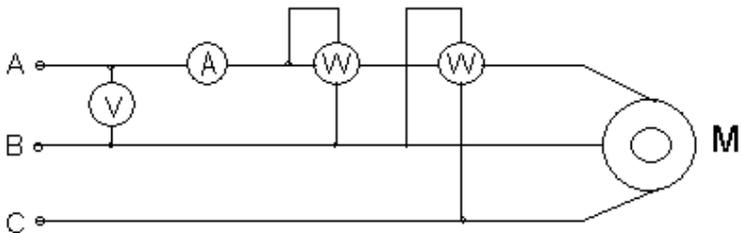


Рис.1

Показания приборов внести в таблицу 1.

Таблица 1

	Наблюдения					Вычисления		
	$U_{AB}, В$	$I, А$	$X_P,$ ВТ	$X_Q,$ Вар	$S,$ ВА	$P,$ Вт	$Q$ Вар	$S, ВА$
1								
2								

Провести проверку по формуле

$$\square S = S - \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Измерение электрической энергии. Собрать схему (рисунки 2).

В качестве нагрузки использовать лампы накаливания. Показания приборов внести в таблицу 2.

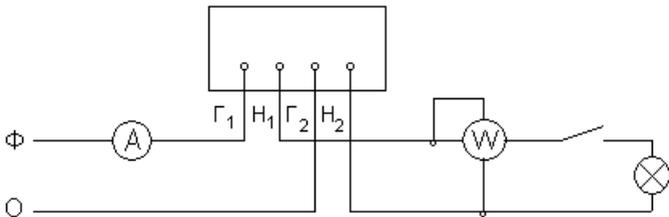


Рис.2

Таблица 2

Показания счётчика за время 5 мин. W				Вычисления
	I, А	X <sub>w1</sub> , Вт	t, мин.	X <sub>w1</sub> t
1.				
2.				
3.				

$$\square W = W - X_{w1} \cdot t$$

Где X<sub>w1</sub> – показания ваттметра.

Выводы по работе.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить существующие методы измерения активной, реактивной и полной мощности.
2. Объяснить почему ваттметром активной мощности, включённым по синусной схеме, можно мерить реактивную мощность.
3. Перечислить методы измерения электрической энергии в однофазных и трёх фазных цепях.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

Цель работы. Исследовать режим работы линии передачи мощности в зависимости от нагрузки и длины подводящих проводов.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Электропроводки должны быть надёжными, удобными и доступными для эксплуатации. В электропроводке допускается потеря напряжения для ламп накаливания 1...2%, для электродвигателей до 5%.

При протекании тока в проводах возникает падение напряжения

$$\Delta U = U_1 - U_2,$$

где  $U_1$  – напряжение на источнике энергии,

$U_2$  – у потребителя энергии,

$\Delta U$  – потеря напряжения.

$$\Delta U = I R_l,$$

где  $R_l$  – сопротивление линии электропередачи.

$$R = \rho \frac{2l}{S}$$

где  $2l$  – общая длина прямого и обратного провода,

$S$  – сечение провода.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Собрать схему, представленную на рисунке 1.

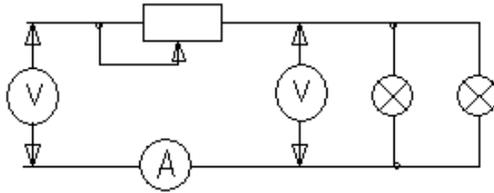


Рис.1

В качестве длинной линии использовать реостат, нагрузки – лампы накаливания.

Изменяя сопротивление линии и мощность нагрузки, произвести измерение тока в цепи и напряжений у источника и около нагрузки.

Результаты измерений внести в таблицу 1.

Таблица 1

	Наблюдения						Вычисления		
	I, A	U <sub>1</sub> , В	U <sub>2</sub> , В	S, мм <sup>2</sup>	l, м	R <sub>l</sub> , Ом	P <sub>н</sub> , Вт	ΔP <sub>л</sub> , Вт	ΔU, В
1.									
2.									
3.									

Удельное сопротивление некоторых проводников:  
 $\rho \frac{\text{Ом мм}^2}{\text{м}}$

меди,	алюминия,	стали,	нихрома,	константана
0,0172	0,0295	0,125	1,02	0,44

Выводы по работе:

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как влияет сечение проводника на потерю напряжения?
2. Как влияет длина проводника и материал проводника на потерю напряжения?
3. Что такое потеря напряжения в линии?

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ОДНОПОЛУПЕРИОДНЫХ И ДВУХПОЛУПЕРИОДНЫХ СХЕМ ВЫПРЯМЛЕНИЯ**

Цель работы: Ознакомиться со схемами выпрямительных устройств. Научиться собирать схемы выпрямительных устройств.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Для преобразования переменного тока в постоянный ток используют выпрямительные устройства.

Элемент, осуществляющий выпрямление переменного тока в преобразователе, называют диодом. Главным свойством диода является его односторонняя проводимость. Диод представляет собой контактное соединение двух полупроводников, один из которых с электронной проводимостью (n – типа), а другой с дырочной проводимостью (p – типа).

В результате спайки двух полупроводников электроны из области с n – проводимости перейдут в область с p – проводимостью.

Аналогично будет происходить диффузия дырок из p – типа полупроводника в n – типа полупроводник.

Электроны и дырки не рассредотачиваются по всему объёму, а из-за Кулоновских сил останавливаются в приконтактной

зоне. Между этими слоями возникает разность потенциалов (потенциальный барьер), который препятствует диффузии электронов и дырок из одного полупроводника в другой. Этот слой называют запирающим или p – n переходом.

Когда (+) источника тока соединим с p – областью (рисунок 1а)

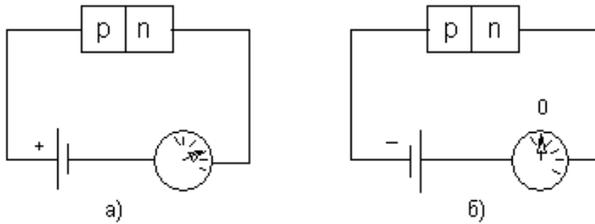
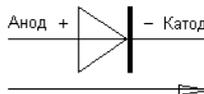


Рис.1

говорят, что переход включен в прямом направлении. В этом случае его сопротивление мало и ток в цепи значительный. Когда (-) источника соединён с p – областью (рис.1б), переход включен в обратном направлении. В этом случае его сопротивление велико и ток в цепи не протекает. На схемах диод обозначают

диод обозначают

Основными параметрами диодов являются обратное напряжение  $U_{обр.}$  – это максимальное напряжение, которое выдерживает диод в непроводящий полупериод и допустимый ток ( $I_{доп.}$ ), на который рассчитан данный диод.



Направление пропускания тока

При выпрямлении однофазного переменного тока простейшими схемами выпрямления являются одно- и двухполупериодные схемы.

Однополупериодная схема выпрямления представлена на рисунке 2.

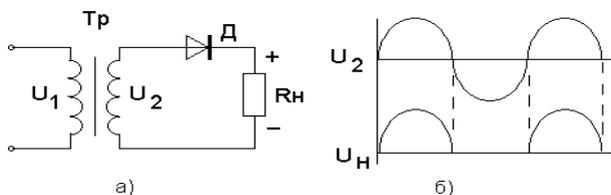


Рис.2

Диод проводит переменный ток только в том случае, когда на его аноде будет положительный потенциал. Ток через нагрузку протекает только в одном направлении, то есть в течение одного полупериода (рис.2б).

К недостаткам однополупериодной схемы выпрямления относят значительную пульсацию выпрямленных токов и напряжения.

Схема двухполупериодного выпрямителя представлена на рис.3

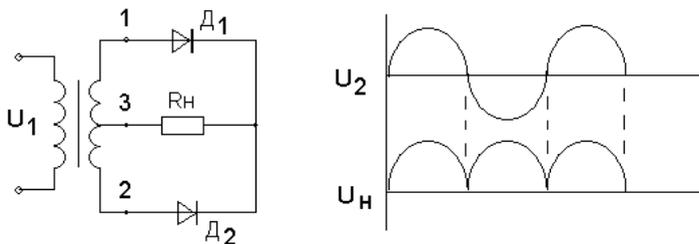


Рис.3

Двухполупериодный выпрямитель представляет собой сочетание двух однополупериодных выпрямителей с общей нагрузкой. Следовательно, напряжение на каждой половине вторичной обмотке трансформатора можно рассматривать как две независимых синусоидальных напряжений, сдвинутых относительно друг друга на  $180^\circ$ .

Каждый диод проводит ток только в течение той половины периода, когда анод его становится положительным относительно катода.

Диоды в схеме будут находиться в проводящем состоянии в различные полупериоды. Диаграмма выпрямленных напряжений на нагрузке представлена на рисунке 3б.

С целью полного использования трансформатора применяют выпрямитель, выполненный по мостовой схеме (рисунок 4).

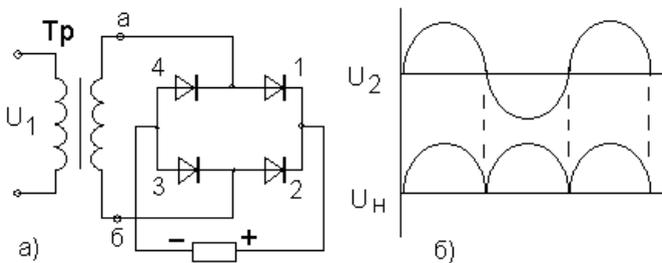


Рис.4

В данной схеме в течение полупериода, когда потенциал вывода «а» вторичной обмотки трансформатора будет выше потенциала его вывода «б», ток пропускают диоды 1 и 3. При этом диоды 2 и 4 находятся в закрытом состоянии. В следу-

ющий полупериод будут проводить ток диоды 2 и 4, а диоды 1 и 3 закрыты. Из схемы видно, что направление токов в цепи нагрузки в течение обоих полупериодов переменного напряжения не меняется.

Мостовые схемы позволяют снизить коэффициент пульсации.

## ПЛАН РАБОТЫ

1. Ознакомиться со схемой однополупериодного выпрямительного устройства рисунок 1.

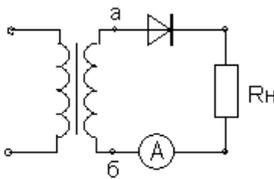


Рис.1

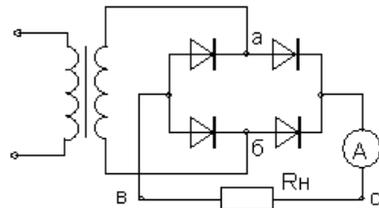


Рис.2

2. Исследовать однополупериодный выпрямитель, с этой целью собрать схему рис.1, в точках а и б; с и в снять осциллограммы, измерить амплитуды напряжений и ток в нагрузке, рассчитать сопротивление нагрузки.
3. Исследовать двухполупериодный выпрямитель рисунок 2.

Собрать схему рисунок 2 . В точках а и б; с и в снять осциллограммы, измерить амплитуды напряжений и ток в нагрузке, рассчитать сопротивление нагрузки.

4. Результаты измерений записать в таблицу 1.

Таблица 1

№	Тип выпрямителя	$U_{аб}$	$U_{св}$	$I_d$	$R_n$	Форма напряжения
		В	В	mA	Ом	
1						
2						
3						

5. Составить краткие выводы по работе.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Пояснить значение выпрямительных устройств.
2. Какие требования предъявляют к диодам в выпрямительных устройствах.
3. Объясните отличие однотактной схемы выпрямителя от двухтактной схемы.
4. Поясните принцип действия схем выпрямителя.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА

***УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ***  
*для лабораторно-практических работ по курсу*

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**



для студентов: по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань, 2023

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА

***УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ***

*для лабораторно-практических работ по курсу*  
**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

для обучающихся: по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань, 2023

УДК 006.91; 006.3/8; 006.92; 629.3

Учебно-методическое пособие по курсу «Метрология, стандартизация и сертификация» [Текст] / М.Ю. Костенко, – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. –210 с.

Основная цель учебного пособия – помочь будущим бакалаврам и специалистам в овладении знаниями, умениями и практическими навыками в сфере метрологии, стандартизации и сертификации как важнейшими инструментами обеспечения для решения конкретных научных, технических и производственных задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации транспортно-технологических машин, комплексов и другой техники наземного транспорта.

Учебное пособие предназначено для студентов бакалавриата и специалитета, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Лабораторная работа №1 «Метрологические показатели средств измерения линейных величин».....	5
2. Лабораторная работа №2 «Плоскопараллельные концевые меры длины».....	22
3. Лабораторная работа №3 «Штангенинструменты».....	43
4. Лабораторная работа №4 «Микрометрические инструменты».....	68
5. Лабораторная работа №5 «Измерения индикаторными нутромерами»...	95
6. Лабораторная работа №6 «Вертикальный оптиметр».....	122
7. Практическое занятие №1 «Основные сведения о размерах и соединениях».....	137
8. Практическое занятие №2 «Единая система допусков и посадок (ЕСДП).....	145
9. Практическое занятие №3 «Расчет переходных посадок».....	156
10. Практическое занятие №4 «Определение вероятного процента брака деталей».....	161
11. Практическое занятие №5 «Выбор универсального средства измерения. Предельные калибры».....	165
12. Практическое занятие №6 «Метод полной взаимозаменяемости».....	177
13. Практическое занятие №7 «Метод неполной взаимозаменяемости или вероятностный метод расчёта РЦ».....	187
14. Практическое занятие №8 «Метод регулировки».....	195
15. Практическое занятие №9 Метод групповой взаимозаменяемости (селективная сборка).....	201
Литература .....	208

## ВВЕДЕНИЕ

Основной целью учебно-методического пособия при выполнении лабораторных и практических работ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» является систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний, и их применение для решения конкретных научных, технических и производственных задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации транспортно-технологических машин, комплексов и другой техники наземного транспорта. Оно состоит из 15 тем, охватывающих основные разделы теоретического курса дисциплины.

## *Лабораторная работа №1*

### **«Метрологические показатели средств измерения линейных величин»**

#### **1 Цель работы**

Изучить основные термины, понятия и определения в области метрологии и приобрести практические навыки описания основных метрологических показателей (характеристик) универсальных средств измерения (УСИ) линейных величин.

#### **2 Техническое оснащение работы**

При выполнении лабораторной работы применяются:

1. Штангенинструмент: штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмусы.
2. Микрометрический инструмент: микрометры гладкие и специальные, микрометрические нутромеры и глубиномеры.
3. Индикаторные головки часового типа.
4. Индикаторы на стойках легкого типа и на штативах.
5. Индикаторные нутромеры.
6. Плакаты по устройству и применению универсальных средств измерения линейных величин.

#### **3 Задание**

Изучить по методическим указаниям основные теоретические положения о технических измерениях и описать основные метрологические показатели УСИ, выданных преподавателем.

#### 4 Основные теоретические положения

Технический прогресс, производство и ремонт точных, надежных и долговечных машин, повышение качества продукции, обеспечение взаимозаменяемости и кооперирования производства невозможны без применения метрологии и постоянного совершенствования техники измерений.

##### 4.1 Основы метрологии

**Метрология** - наука о единицах физических величин, средствах и методах их измерения [1].

**Под измерением понимают** нахождение значений физической величины опытным путём с помощью специально для этого предназначенных технических средств. **Сущность измерения** заключается в сравнении данной величины с однородной ей физической величиной, принятой за единицу измерения [2]. Поэтому основное уравнение измерения имеет вид:

$$A = n \cdot a,$$

где **A** - значение измеряемой величины;

**n** - численное значение измеряемой величины в принятых единицах; **a** - единица измерения.

Таким образом, результатом измерения всегда является численное значение величины, выраженное в соответствующих единицах.

Для унификации единиц физических величин в международном масштабе создана Международная система единиц СИ, которая устанавливает семь основных единиц физических величин: метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, кандела, моль и две дополнительные - радиан, стерадиан[3].

Производные единицы СИ образуются по законам или уравнениям, с помощью которых определяют физическую величину. Например, единицу скорости определяют по уравнению

$$V = S / t, \text{ м / с.}$$

Наряду с основными и производными единицами широко

используются десятичные кратные и дольные единицы, образованные умножением исходных величин СИ на  $10^n$ , где  $n$  целое положительное или отрицательное число.

Например:

1 километр (км) =  $10^3$  м,

1 сантиметр (см) =  $10^{-2}$  м,

1 миллиметр (мм) =  $10^{-3}$  м,

1 микрометр (мкм) =  $10^{-6}$  м =  $10^{-3}$  мм.

По условиям, определяющим точность результата, **измерения** делятся на три класса:

1. Измерения максимально достижимой точности (эталонные, физических констант и сред, например, абсолютного значения ускорения свободного падения).

2. Контрольно-поверочные измерения, погрешность которых не должна превышать некоторое заданное значение (измерения, выполняемые лабораториями государственных и ведомственных метрологических служб).

3. Технические измерения, в которых погрешность результата определяется характеристиками используемых рабочих средств (измерения, выполняемые в процессе производства на предприятиях, испытательных станциях, в измерительных лабораториях и т.д.).

Частным случаем измерения является **контроль**, при котором устанавливают, соответствуют ли значения физических величин допускаемым значениям объекта [4].

**Технические измерения и контроль производят** обычно с целью - установить действительные размеры изделий и соответствие их требованиям чертежа или проверить точность изделия для выполнения соответствующей регулировки или дефектации [5].

Основные **требования**, предъявляемые к **техническим измерениям и контролю** – точность, производительность, возможность заранее предупредить появление брака [6].

## 4.2 Средства измерения

**Средства измерения (СИ)** - это всевозможные технические средства, с помощью которых осуществляется сравнение измеряемой величины с величиной, принятой за единицу [7].

От СИ непосредственно зависит правильное определение значения измеряемой величины. Применяемые в настоящее время **СИ классифицируют** по следующим основным взаимно независимым признакам.

### 1. По назначению различают три вида СИ:

- **Эталоны** единиц физических величин - СИ или комплексы СИ, официально утвержденные эталонами для хранения и воспроизведения единиц физических величин с наивысшей достижимой точностью.

- **Образцовые СИ** - это меры и измерительные приборы, утвержденные в качестве образцовых. Они служат для поверки нижестоящих по поверочной схеме СИ, в то же время их периодически поверяют по эталонам. **Поверка** – экспериментальное определение погрешности СИ и установление их пригодности к применению.

- **Рабочие (цеховые) СИ** - это меры и приборы, предназначенные для измерения изделий. Эти СИ периодически поверяют по образцовым СИ.

### 2. По конструкции СИ делят на три группы:

- **Меры** - это тела или устройства для хранения и воспроизведения физической величины заданного размера, значение которого известно с необходимой для измерения точностью (например, концевые меры длины, угловые меры, калибры и т.п.).

- **Измерительные приборы и инструменты** - это устройства, посредством которых измеряемые величины сравнивают с единицей измерения. Простейшие СИ условно относят к группе измерительных инструментов, а более сложные - к группе измерительных приборов. Измерительный прибор в отличие от меры не воспроизводит известное значение величины.

- **Измерительные установки и системы** - совокупность функционально объединенных СИ и вспомогательных устройств, предназначенных для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем (в измерительных установках) и для автоматической обработки результатов измерений и передачи их на расстояние или использования в автоматических системах управления.

3. **По характеру применения** СИ делятся на два вида – универсальные и специальные.

4. **По принципу действия** - механические, электрические, гидравлические, пневматические, оптические, радиоактивные и др.

5. **По роду измеряемых величин или параметров** – для измерения линейных и угловых величин, температуры, давления, массы, влажности, электрических величин, частоты вращения, сил и моментов и др.

В процессе производства и ремонта различных машин, механизмов и при-боров наиболее широкое распространение получили **СИ линейных величин**, то есть размеров.

**Размер** - числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.д.) в выбранных единицах измерения, в технике обычно **в миллиметрах** [1].

В метрологии и системе допусков и посадок различают номинальный, действительный и предельные (наибольший и наименьший) размеры.

**Номинальный размер** - размер, относительно которого определяются отклонения [7].

**Действительный размер** - размер элемента, установленный измерением с допустимой погрешностью [2].

#### 4.3 Методы измерения

**Метод измерения** – это совокупность правил и приемов использования СИ, позволяющая решить поставленную измерительную задачу по определению какой-либо искомой величины [2].

Каждый метод измерения **характеризуется** следующими **четырьмя**

признаками.

1. По настройке прибора различают:

- **Абсолютный метод измерения**, при котором вся измеряемая величина определяется непосредственно по шкале прибора (измерения линейкой, штангенциркулем и микрометрическим инструментом).
- **Относительный метод измерения** (метод сравнения), при котором определяется только отклонение измеряемой величины от размера установочной меры или образца. При этом искомая величина находится алгебраическим суммированием отклонения (показания) прибора и размера установочной меры.

Приборы, предназначенные для относительных измерений, могут быть использованы и для абсолютных измерений, если значение измеряемой величины не превышает диапазона показаний шкалы прибора.

2. По отсчету метод измерения может быть прямой или косвенный.

**Прямой метод измерения**, при котором значение измеряемой величины устанавливается непосредственно из опытных данных, то есть по показаниям прибора. Например, измерение диаметра или длины детали.

**Косвенным методом** пользуются, когда невозможно или очень сложно измерить непосредственное значение искомой величины и её находят вычислением (по известной зависимости по результатам прямых измерений других величин. Например, длину окружности можно определить по результатам измерения диаметра цилиндрической поверхности).

3. По техническим условиям различают:

- **Комплексный метод** измерения или контроля, позволяющий сразу дать заключение о годности детали по всем или нескольким параметрам. Например, контроль деталей шлицевого соединения с помощью предельных калибров.

- **Дифференцированный** (поэлементный) **метод** измерения или контроля, который заключается в независимой проверке каждого элемента детали в отдельности. Например, определение наружного и внутреннего

диаметров, а также ширины шлица в шлицевых соединениях. Заключение о годности детали делают по результатам всех измерений.

4. **По контакту с измеряемой деталью** различают контактный и бесконтактный методы измерения.

**Контактным** называется метод измерения, при котором измерительные поверхности прибора или инструмента непосредственно соприкасаются с поверхностью измеряемой детали [6].

**При бесконтактном методе** инструмент не соприкасается с поверхностью измеряемой детали. Например, пневматические, оптические и другие способы измерения [5].

#### **4.4 Основные метрологические показатели средств измерения**

Для правильного выбора и назначения СИ необходимо знать его возможности, то есть метрологические показатели. Основными из них являются следующие.

**Деление шкалы** прибора – промежуток между двумя соседними отметками (штрихами, рисками, точками) шкалы [4].

**Длина** (интервал) **деления шкалы** – расстояние между осями двух соседних отметок шкалы [7].

**Цена деления шкалы** – разность значений измеряемой величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Например, цена деления 0,01 мм при длине деления шкалы прибора, равной 2 мм [7].

**Диапазон показаний шкалы** – область значений шкалы, ограниченная её начальным и конечным значениями. Например, 0 – 1,0 мм [1].

**Диапазон измерений** – область значений измеряемой величины, в пределах которой нормированы допустимые погрешности СИ. Например, диапазон измерения штангенциркулем ШЦ-1 составляет 0-125 мм [2].

**Предел измерений** – наибольшее или наименьшее значение диапазона измерений. Например, для ШЦ-1 нижний предел 0, а верхний - 125 мм [3].

**Точность отсчета** (точность инструмента) – это точность, которую

можно получить при измерении, пользуясь отсчетным устройством СИ [5]. Например, точность штангенинструмента в соответствии с точностью отсчета по нониусу может быть равна 0,1 или 0,05 мм.

**Погрешность показания прибора** – разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины, которое может быть установлено или по аттестату, или путем измерения образцовым прибором [7].

**Погрешность измерения** – разность между результатами измерения и истинным значением измеряемой величины [3].

Под погрешностью измерения понимается суммарная погрешность, в которую включается погрешность самого прибора, погрешность установки при измерении, погрешность настройки, температурная погрешность и многие другие погрешности, которые могут возникнуть при измерениях.

**Поправка** – значение величины, которое следует прибавить к показанию измерительного прибора для того, чтобы получить значение измеряемой величины, приближающееся к её истинному значению. Поправка численно равна погрешности, взятой с обратным знаком [4].

#### 4.5 Погрешности средств измерения

Измерение любой величины не даёт её действительного значения из-за неизбежных погрешностей измерения. Погрешности измерений, как и погрешности изготовления деталей, делятся на три категории: систематические, случайные и грубые (промахи).

**Систематическими** называются погрешности, постоянные по величине и знаку или изменяющиеся по определенному закону. **Постоянная погрешность** имеет одно и то же значение для каждой измеренной детали в партии [7]. Исключают эти погрешности путем устранения источников появления (ошибки настройки прибора, износ измерительных наконечников, температурные деформации и др.) или внесения поправок в результат измерения.

**Случайной** называют погрешность, значение и знак которой при повторных измерениях одной и той же величины изменяются случайным образом. Устранить случайные погрешности невозможно, так как нельзя заранее определить их величину [2].

**Грубые погрешности** (промахи) являются следствием допущенной грубой ошибки, например, при считывании результатов измерения и т.д.

От систематических погрешностей зависит **правильность измерений**, от случайных – **точность измерений**, а от грубых погрешностей – **годность измерений** [3].

При выборе и назначении СИ в первую очередь оценивают все возможные погрешности, возникающие в процессе измерений, то есть такую суммарную погрешность измерения, в которой проявляются все категории погрешностей.

**Погрешности измерений** в комплексе **подчиняются закону нормального распределения**, из которого следует, что суммарные погрешности практически не выходят за границы  $\pm 3\sigma$ . Поэтому для оценки точности измерения используют метрологическую характеристику – **предельную погрешность СИ**, обозначаемую  $\Delta_{lim} = \pm 3$ , где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение погрешности измерения. Отсюда вытекает, что погрешность данного СИ в пределах всей шкалы должна быть с вероятностью 99,73 % не более  $\Delta_{lim}$ .

Погрешности, выходящие за пределы  $\pm 3\sigma$  должны быть отнесены к грубым ошибкам и исключены из результатов измерений.

Значение можно определить только при многократных измерениях в лабораторных условиях, в цеховых же условиях и вообще при однократных измерениях пользуются готовыми справочными таблицами значений  $\pm \Delta_{lim}$ .

Поэтому **при однократном измерении** универсальными СИ результат измерения записывают в виде:

$$D = D_d \pm \Delta_{lim},$$

где  $D_d$  – действительное значение измеренного размера.

Чтобы повысить точность измерений, когда невозможно применить СИ с меньшей погрешностью, проводят многократные измерения одной и той же величины, например, N раз. Результат такой серии **многократных измерений** записывают следующим образом:

$$D = D_{\text{д}} \pm \frac{\Delta \text{lim}}{\sqrt{N}},$$

где  $D_{\text{д}}$  - среднее арифметическое полученных N значений измерений. Таким образом, предельная погрешность измерений  $\pm \Delta \text{lim}$  является **основным критерием при выборе и назначении каждого СИ.**

### **5 Порядок выполнения работы и методические указания**

1. **Получить** у преподавателя методические указания и заданные средства измерения для индивидуального выполнения лабораторной работы.

2. **Изучить** по методическим указаниям цель работы, задание и основные теоретические положения. **Особое внимание уделить** средствам и методам измерения и основным метрологическим показателям.

3. **Записать** в тетради наименование работы, индивидуальное задание и **законспектировать** сущность следующих основных понятий:

- Метрология
- Измерение
- Средства измерения
- Методы измерения по настройке и по отсчёту
- Цена и интервал деления шкалы
- Диапазон показаний и измерений
- Точность отчета и предельная погрешность прибора

(инструмента)

4. **Изучить** по плакатам назначение и устройство полученных УСИ.

Особое внимание уделить отсчетному устройству, основной и дополнительной шкалам прибора.

5. **Подготовить таблицу** для описания метрологических показателей заданных средств измерения согласно приложению А.

6. **Определить и записать** в таблицу основные метрологические показатели полученных УСИ. При этом **необходимо помнить**, что точность отсчета обычно указывается на самом приборе (инструменте), а интервал деления шкалы определяется вычислением путем деления длины шкалы на число её делений. Значение предельной погрешности определяют по приложению Б, ориентируясь на верхний предел измерения каждого инструмента.

7. **Оформить отчет** по лабораторной работе и **сделать выводы** о точности заданных средств измерения.

8. Для самопроверки **ответить на контрольные вопросы и защитить** выполненную **работу** у преподавателя.

## **6 Содержание отчета**

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Индивидуальное задание.
3. Краткий конспект основных терминов и определений.
4. Описание метрологических показателей, заданных СИ.
5. Выводы о точности заданных средств измерения.

## 7. Контрольные вопросы

1. Что является предметом изучения метрологии?
2. Дайте определение метрологии как науки.
3. Что понимается под измерением?
4. В чем заключается сущность процесса измерения?
5. Что представляет собой всегда результат измерения?
6. Кто устанавливает единицы физических величин?
7. Какие единицы физических величин являются основными, а какие дополнительными?
8. Как образуются производные единицы физических величин?  
Поясните примером.
9. Как образуются десятичные кратные и дольные единицы физических величин? Поясните примером.
10. На какие виды делятся измерения?
11. Какие измерения относятся к техническим?
12. В чем заключается особенность технических измерений?
13. Где применяются технические измерения?
14. Что понимается под контролем?
15. В чем заключается сущность контроля?
16. Что общего и в чем различие между измерением и контролем?
17. С какой целью производятся обычно измерения и контроль?
18. Какие основные требования предъявляются к техническим измерениям?
19. Что понимается под СИ?
20. Что непосредственно зависит от СИ?
21. По каким признакам классифицируют СИ?
22. Как делятся СИ по назначению?
23. Для чего предназначены эталоны единиц физических величин?
24. Для чего служат образцовые СИ?
25. Для чего применяются рабочие СИ?

26. Как делятся СИ по конструкции?
27. Как делятся СИ по характеру применения?
28. Как делятся СИ по принципу действия и роду измеряемых величин?
29. Что понимается под размером?
30. Какие размеры различают в метрологии и системе допусков и посадок в машиностроении?
31. Что понимается под действительным размером? Поясните примером.
32. Что понимается под методом измерения?
33. Какие четыре признака характеризуют каждый метод измерения?
34. Какие методы измерения различают по настройке прибора?
35. Охарактеризуйте абсолютный и относительный методы измерения.
36. Какие методы измерения различают по способу отсчета?
37. Охарактеризуйте прямой и косвенный методы измерения.
38. Чем отличаются комплексный и дифференцированный методы измерения?
39. Чем отличаются контактный и бесконтактный методы измерения?
40. Перечислите основные метрологические показатели СИ.
41. Что представляет собой деление шкалы прибора?
42. Что называется длиной (интервалом) и ценой деления шкалы?
43. Что представляет собой предел измерений?
44. Что называется диапазоном показаний и измерений прибора?
45. Что называется точностью отсчета прибора?
46. Поясните сущность погрешности показаний прибора.
47. Что понимается под погрешностью измерения?
48. Что влияет на величину погрешности измерения?
49. На какие три категории делятся погрешности измерения?
50. Какие погрешности измерения называются систематическими,

случайными, грубыми?

51. В чем заключается влияние систематических, случайных и грубых погрешностей на результат измерения?

52. Какому закону распределения и почему подчиняются погрешности измерений в комплексе?

53. Назовите и поясните известные меры положения и меры рассеивания случайной величины.

54. Что понимается под предельной погрешностью СИ?

55. Для чего используют метрологическую характеристику – предельную погрешность СИ?

56. Чем определяется величина предельной погрешности СИ?

57. О чем свидетельствует величина предельной погрешности СИ?

58. Какие погрешности должны быть отнесены к грубым ошибкам и исключены из результатов измерения?

59. Откуда и как определяют значение предельной погрешности СИ при однократном измерении?

60. По какой формуле определяется размер в результате однократного измерения?

61. Как повысить точность измерений, когда невозможно применить СИ с меньшей погрешностью?

62. С какой целью и почему часто применяют многократные измерения одной и той же величины?

Приложение А

**Описание метрологических показателей заданных средств измерения**

Наименование инструмента (прибора)	Основная шкала			Дополнительная шкала			Инструмент (прибор) в целом		
	Цена деления,  мм	Интервал (длина) деления,  мм	Диапазон показаний,  мм	Цена деления,  мм	Интервал (длина) деления,  мм	Диапазон показаний,  мм	Точность отсчета,  мм	Диапазон измерения,  мм	Предельная погреш- ность,  мм

Приложение Б

Предельные погрешности универсальных средств измерения линейных величин ( $\pm \lim$ )

Наименование УСИ		Интервал размеров, мм									
		Свыше 0	25	50	75	100	125	150	175	200	250
		До 25	50	75	100	125	150	175	200	250	300
		Значение $\pm \Delta \lim$ , мкм									
<i>I</i>		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Штангенинструмент:</b>	0,05 мм	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1. Штангенциркуль с отсчетом по нониусу:	0,1 мм	150	150	200	200	200	200	200	200	250
2. Штангенглубиномер с отсчетом по нониусу:	0,05 мм	100	100	150	150	150	150	150	150	150	150
	0,1 мм	200	250	300	300	300	300	300	300	300	300
3. Штангенрейсмус с отсчетом по нониусу:	0,05 мм	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	0,01 мм	250	300	350	350	350	350	350	350	350	400

Продолжение приложения Б

Наименование УСИ	Интервал размеров, мм									
	Свыше 0	25	50	75	100	125	150	175	200	250
	До 25	50	75	100	125	150	175	200	250	300
	Значение $\pm\Delta_{lim}$ , мкм									
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Микрометрический инструмент:</b>										
1. Микрометр гладкий типа МК										
2. Микрометр рычажный типа МР с отсчетом 0,002 мм.	5	10	10	15	15	15	20	20	25	50
3. Нутромер микрометрический типа МН.	--	--	20	20	20	20	20	20	20	30
4. Глубиномер микрометрический типа ГМ	5	20	20	20	--	--	--	--	--	--
<b>Индикаторные приборы:</b>										
1. Индикатор типа ИЧ на стойке с ценой деления 0,01 мм	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8
2. Индикатор типа МИГ-1 с ценой деления 0,001 мм на стойке	3	4	4	4	4,5	4,5	4,5	-	-	-
3. Скобы индикаторные с головкой с отсчетом 0,01 мм	12	13	15	15	15	20	20	20	40	50
4. Индикаторный нутромер с измерительной головкой с ценой деления 0,01 мм при работе в границах всего диапазона шкалы	15	20	20	25	25	25	25	25	25	30

*Лабораторная работа №2*  
**«Плоскопараллельные концевые меры длины»**

### **1 Цель работы**

Изучить назначение, конструкцию, область применения плоскопараллельных концевых мер длины (сокращённо ПКМД) и освоить методику составления блоков ПКМД на заданные размеры.

### **2 Техническое оснащение работы**

При выполнении лабораторной работы применяются:

- наборы ПКМД
- принадлежности к ПКМД
- мягкие полотняные салфетки
- персональные калькуляторы

### **3 Задание**

Составить блоки ПКМД на заданные размеры  $A_{зад} = \dots$  и  $B_{зад} = \dots$ , определить погрешность блоков и записать окончательные размеры с отклонениями.

Конкретный вариант индивидуального задания определяется по приложению А в соответствии с порядковым номером студента по журналу преподавателя.

### **4 Основные теоретические положения**

Технический прогресс, производство и ремонт точных, надёжных и долговечных машин, повышение качества продукции, обеспечение взаимозаменяемости и кооперирования производства невозможны без обеспечения единства мер.

**Меры** - это тела или устройства для хранения и воспроизведения физической величины заданного значения. К мерам относятся различные

меры длины, угловые меры, гири, конденсаторы постоянной ёмкости и т.п [2].

В процессе производства и ремонта различных машин, механизмов и приборов наиболее широкое распространение получили **меры длины**, которые **по конструктивным признакам делят** на штриховые и концевые.

**Штриховые меры длины** - меры, размер которых определяет расстояние между осями двух штрихов или нескольких, нанесённых перпендикулярно к продольной оси меры. К штриховым мерам длины относят брусковые меры длины, металлические измерительные линейки, ленточные рулетки и шкалы различных измерительных приборов [7].

**К концевым мерам длины относят** ПКМД, установочные меры к микрометрам и нутромерам, калиброванные кольца, пластины и щупы [1].

Основу современных линейных измерений в процессе производства и ремонта различных машин составляют ПКМД.

#### **4.1 Плоскопараллельные концевые меры длины**

**ПКМД предназначены** для хранения и воспроизведения единицы длины заданного размера, значение которого известно с необходимой для измерения точностью [7].

Их **применяют** для передачи размера от рабочего эталона длины до изделия включительно, широко используют в лабораторной, производственной и ремонтной практике линейных измерений.

С помощью ПКМД проверяют, настраивают, градуируют измерительные приборы и инструменты, устанавливают приборы на ноль при относительных измерениях, выполняют точную разметочную работу, наладку станков и производят непосредственные измерения изделий; их используют также при лекальных, слесарных, сборочных и регулировочных работах.

**ПКМД представляют собой** бруски из закаленной стали или твердого сплава, имеющие форму прямоугольного параллелепипеда - плитки с размерами поперечного сечения согласно рисунку 1 и приложению Б.

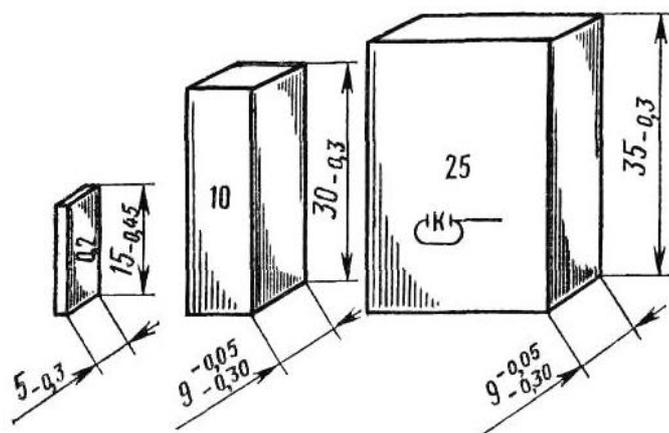


Рисунок 1 - Плоскопараллельные меры длины

Две противоположные поверхности каждой концевой меры являются **рабочими измерительными поверхностями**, которые весьма точно обрабатывают путём шлифования и доводки. Обе рабочие поверхности отличаются от других поверхностей ПКМД зеркальным блеском и малой шероховатостью (среднее арифметическое отклонение профиля Ra 0,016 мкм). Размер между двумя точно доведёнными параллельными рабочими поверхностями является **рабочим** [4].

За величину рабочего размера ПКМД принимают её **срединный размер** (но не средний), равный длине перпендикуляра АВ, опущенного из точки пересечения диагоналей свободной поверхности (точка А) на поверхность, к которой притёрта концевая мера (рис.2).

**Важнейшими свойствами** ПКМД являются плоскопараллельность и притираемость:

- **Плоскопараллельность** концевой меры характеризуется наибольшей по абсолютной величине разностью между длиной меры в любой точке и срединной её длиной.

- **Притираемость** - это способность измерительных поверхностей концевых мер обеспечивать прочное сцепление между собой, а также с плоской металлической, стеклянной или кварцевой пластинами при прикладывании или надвигании одной ПКМД на другую или концевой меры на пластину. Притираемость ПКМД обусловлена силами молекулярного сцепления их измерительных поверхностей. Притираемость позволяет составлять из нескольких плиток блок ПКМД, размер которого близок к сумме размеров отдельных плиток.

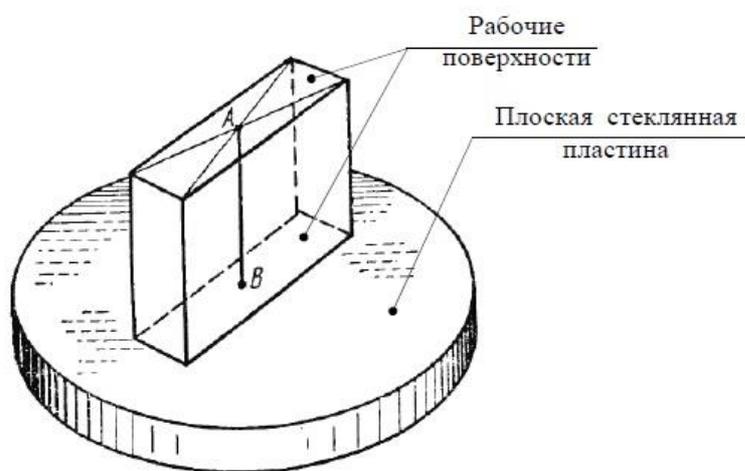


Рисунок 2 АВ – срединный размер (длина) ПКМД

Основными параметрами точности ПКМД являются:

- **Отклонение длины** ПКМД от номинальной - наибольшая по абсолютному значению разность между длиной концевой меры в любой точке и номинальной длиной ПКМД.
- **Отклонение от плоскопараллельности** измерительных поверхностей концевой меры - разность между наибольшей и наименьшей длинами концевой меры.

**В зависимости от точности изготовления ПКМД**, т.е. от величины допусков на отклонения длины концевой меры от номинальной и отклонения

от плоскопараллельности измерительных поверхностей, их **относят к классам точности: 00, 0, 1, 2 и 3** (в порядке снижения точности). Для мер, **находящихся в эксплуатации** или отремонтированных, установлены 4-й и 5-й классы. Допускаемые отклонения концевых мер от номинального их размера и класса точности приведены в приложении В.

**В зависимости от точности аттестации** (измерения) **ПКМД подразделяют на пять разрядов: 1, 2, 3, 4 и 5-й**. Высшим по точности является первый разряд.

**Разряд ПКМД** характеризуется предельной погрешностью того инструмента или прибора, при помощи которого определяли её срединный размер [7].

Для использования концевых мер по разряду каждая из них должна иметь **аттестат** с указанием её действительного размера (до десятых и сотых долей микрометра).

**Если ПКМД применяют по классам точности**, то за размер меры принимают его номинальное значение, указанное на самой мере. При этом не учитываются неизбежные погрешности изготовления, а погрешность измерения определяется классом точности. Её можно уменьшить, **если ПКМД применять по разрядам** и за размер меры принять его действительное значение, указанное в аттестате. Таким приёмом удаётся расширить возможность использования мер более грубых классов точности, что обычно применяется при проверке измерительных приборов и при особо точных измерениях [1].

**На каждой концевой мере указывается** её номинальный размер. На мерах до 5,5мм он наносится на одну из рабочих измерительных поверхностей, а на больших - на боковой нерабочей поверхности (рис.1). Номинальные размеры ПКМД установлены в пределах от 0,1 до 1000мм с градацией в рядах через 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 10; 25; 50; 100мм.

Для большего удобства **ПКМД комплектуют в наборы** [7]. Всего существует двадцать два стандартных набора, характеристика основных из

них представлена в приложении Г.

Наибольшее распространение получили наборы №1 (83 плитки) и №2 (38 плиток), позволяющие составлять блоки ПКМД с размерами через 0,005 мм при использовании малого числа мер. Для составления блоков ПКМД, **размеры которых содержат тысячные доли миллиметра**, дополнительно используют наборы номеров 4-7, 16 и 17 с градацией размеров концевых мер через 0,001 мм. В некоторые наборы (например, наборы номеров 8, 9, 18 и 19), кроме основных, входят так называемые защитные меры из твердого сплава, которые притирают по концам блока.

**Защитные меры** служат для предохранения от повреждений и износа в случае, если блок ПКМД используется многократно. Защитные меры в отличие от остальных имеют срезанные углы и дополнительную буквенную маркировку [4].

На производстве ПКМД условно делят на основные и подчиненные. **Основные меры** - это те, которые имеют высший разряд или класс по сравнению со всеми другими мерами, используемыми на данном производстве. Остальные меры относят к **подчиненным** [5]. Основные меры служат для проверки подчиненных мер.

ПКМД, служащие для поверки и градуировки средств измерения, называют **образцовыми** [6]. По образцовым ПКМД 1-го разряда проверяют образцовые ПКМД 2-го разряда, затем по ПКМД 2-го разряда проверяют образцовые ПКМД 3-го разряда, по ПКМД 3-го разряда проверяют меры 4-го разряда и по ПКМД 4-го разряда проверяют ПКМД 5-го разряда.

#### **4.2 Порядок составления блоков ПКМД**

При работе с ПКМД в общем случае, если в наборе нет концевой меры требуемого номинального размера, **составляют блок ПКМД** из возможно меньшего числа мер.

**Блок ПКМД** представляет собой набор притертых друг к другу нескольких концевых мер, требуемый размер которого равен (с допустимой

погрешностью) сумме размеров отдельных плиток, входящих в этот блок.

Составление блоков ПКМД для получения требуемых размеров может производиться или в соответствии с классом точности плиток, или, если требуется повышенная точность, в соответствии с их разрядом. Но составление блока по разряду значительно сложнее и кропотливее, чем по классу. Поэтому на практике, как правило, **для обычной точности размеров применяют блоки ПКМД составленные по классу**. Число плиток в блоке должно быть не более пяти.

При составлении блока ПКМД по классу **придерживаются следующего порядка и содержания работ**.

1. Определяют количество и размер ПКМД, входящих в блок, учитывая имеющиеся в наборе номинальные размеры концевых мер.

Первой выбирают ту меру, которая **совпадает** несколькими (или одной) **последними цифрами** с требуемым размером блока.

Затем из размера блока вычитывают размер выбранной меры и берут вторую меру, **совпадающую** несколькими (или одной) **последними цифрами с остатком**.

Дальнейший расчет производят в той же последовательности (подробнее см. таблицу 1, столбцы 1–3), что обеспечивает наименьшее количество мер в блоке; такой расчет сокращает время на составление блоков, уменьшает износ ПКМД и повышает точность блоков.

**ПРИМЕР:** Допустим, требуется составить блок ПКМД на размер Азад = 75,426мм из концевых мер второго класса (без защитных плиток).

2. Устанавливают предельную погрешность блоков ПКМД -  $\Delta_{\text{lim}}(\text{бл})$ .

По приложению В, предельная погрешность отобранных мер (см. пример выше) будет соответственно равна: 0,35 мкм, 0,35 мкм и 0,90 мкм, которые заносят в столбец 4 таблицы 1.

Таблица 1 Составление блока ПКМД на размер Азад = 75,426мм

Порядковый номер меры	Номинальный размер меры, мм	Остаток, мм	Предельная погрешность меры, $\Delta\text{lim}$ , мкм
1	2	3	4
1 - я мера	1,006	75,426 - 1,006 = 74,420	0,35
2 - я мера	1,420	74,420 - 1,420 = 73,000	0,35
3 - я мера	3,000	73,000 - 3,000 = 70,000	0,35
4 - я мера	70,00	70,000 - 70,000 = 0	0,9
Проверка:	1,006 + 1,420 + 3,000 + 70,000 = 75,426 мм		

Предельную погрешность блока устанавливают на основании закона суммирования случайных и независимых величин погрешностей отдельных ПКМД по формуле:

$$\Delta\text{lim}(\text{бл}) = \sqrt{\Delta^2\text{lim}(1) + \Delta^2\text{lim}(2) + \dots + \Delta^2\text{lim}(n)}$$

где  $\Delta\text{lim}(1)$ ,  $\Delta\text{lim}(2)$ , ...  $\Delta\text{lim}(n)$  – предельная погрешность соответственно 1, 2, ... n - ой меры, т.е. допускаемые отклонения размеров ПКМД от номинального их значения (по приложению В).

В рассматриваемом примере для Азад = 75,426мм:

$$\Delta\text{lim}(\text{бл.А}) = \pm\sqrt{0,35^2 + 0,35^2 + 0,35^2 + 0,9^2} = \pm 1,085\text{мкм}$$

Если  $\Delta\text{lim}(\text{бл})$  оказывается больше, чем необходимо по техническим условиям, то переходят к набору ПКМД более высокого класса точности. При использовании тех же размеров мер набора 1-го класса  $\Delta\text{lim}(\text{бл}) = \pm 0,545$  мкм.

Таким образом устанавливают необходимый класс точности ПКМД для настройки измерительных приборов, станков и т. п.

3. Отобранные ПКМД очищают от смазки, промывают в чистом бензине, затем вытирают насухо чистой полотняной салфеткой. Промытые и вытертые меры нельзя брать руками за измерительные поверхности.

4. Составляют блок ПКМД, притирая подготовленные для блока меры.

Сначала к одной из защитных плиток притирают меры с номинальными размерами, выраженными целыми числами миллиметров, а затем притирают к ним концевые меры длины в порядке нарастания числа десятичных знаков в обозначении их размера. Последней устанавливают снова защитную плитку. Защитные плитки притирают всегда одной и той же стороной (немаркированной). Если блок составляют для разового использования, то **защитные плитки не ставят**. В рассмотренном выше примере сначала притирают меры 70 и 3мм, а затем к блоку ПКМД добавляют меру 1,42мм. Мера 1,006мм притирается последней.

**ПКМД притирают следующим образом.** Берут концевую меру за боковые плоскости, накладывают её на притираемую плитку или блок так, чтобы измерительные плоскости совмещались примерно на половину их длины (рис. 3, а). Затем, слегка нажимая на верхнюю плитку, надавливают её на нижнюю до полного контакта измерительных поверхностей. Если после этого плитки не разъединяются под действием собственного веса, то их **считают притертыми** [7].

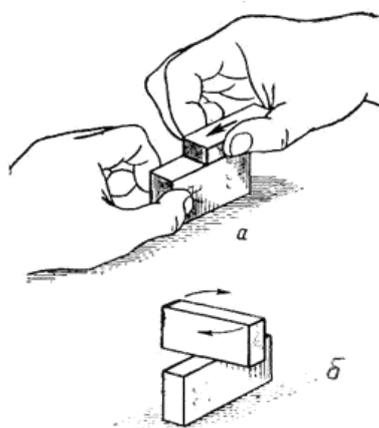


Рисунок 3 - Способы притирки ПКМД

ПКМД или блок концевых мер размером более 5,5мм можно притирать и так, как показано на рисунке 3,б. Притираемые меры накладывают друг на

друга крестообразно и с небольшим нажимом поворачивают одну относительно другой до тех пор, пока измерительные плоскости плиток не совпадут.

5. После окончания работы с блоком ПКМД его разбирают, а концевые меры длины вторично промывают бензином, протирают салфеткой и смазывают. Только после такой обработки ПКМД укладывают в футляр

#### **4.3 Наборы принадлежностей к ПКМД**

Для расширения области применения концевых мер часто используют стандартные **наборы принадлежностей к ПКМД**, краткая техническая характеристика которых приведена в приложении Д. Принадлежности (рис. 4) в основном предназначены для обеспечения удобного пользования блоками ПКМД при измерении размеров и выполнении разметочных работ.

На рис. 4,а приведена конструкция широко распространенной державки блоков ПКМД. На рис. 4,б представлена державка № 2 в сборе с блоком ПКМД и боковиком для измерения наружных размеров, снабженная стабилизатором силы прижима блока ПКМД, которая должна быть не менее 350 Н. Стабилизатор устанавливают между блоком ПКМД и прижимной планкой.

При измерении внутренних размеров, например, диаметра отверстия, собирают блок ПКМД с радиусными боковинами (рис. 4,в). При расчете блока ПКМД следует к сумме номинальных размеров концевых мер прибавлять сумму радиусов двух боковиков. Размеры боковиков указаны в приложении Д, а их разновидности - на рис. 4,г.

Измерение наружных и внутренних размеров с помощью блоков ПКМД особенно рационально при изготовлении изделий высокой точности. В этом случае размер блока ПКМД должен соответствовать номинальному или предельным размерам изделия.

Приспособления к ПКМД используют при разметочных работах для вычерчивания окружности (рис. 4,д) или прямых, параллельных базе (рис 4,е). В последнем случае основание устанавливают на плиту, а державку с блоком

ПКМД закрепляют к основанию путем ввода нижнего вкладыша державки под вкладыш основания, получая таким образом рейсмас для разметочных работ на плите.

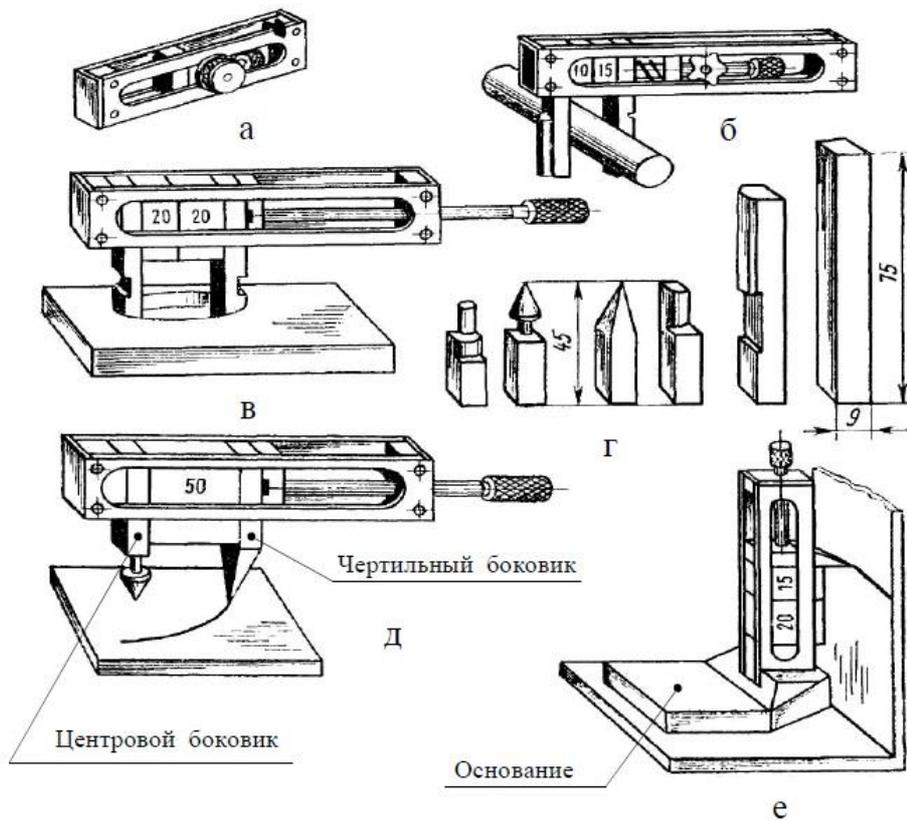


Рисунок 4 - Набор принадлежностей к ПКМД и примеры их применения

## **5 Порядок выполнения работы и методические указания**

5.1 **Изучить** по методическим указаниям цель работы, задание и основные теоретические положения.

Особое внимание уделить назначению, конструкции, применению, основным свойствам и параметрам точности ПКМД. Уяснить порядок составления блоков и притирки ПКМД.

5.2 Согласно порядковому номеру студента по журналу преподавателя **определить** по приложению А **вариант индивидуального задания** и значения заданных размеров Азад и Бзад.

5.3 **Записать в тетради** наименование работы и конкретизированное индивидуальное задание.

5.4 Кратко **законспектировать в тетради** следующие основные понятия, термины и определения:

- Меры
- Назначение ПКМД
- Применение ПКМД
- Рабочий и срединный размер ПКМД
- Свойства ПКМД
- Параметры точности ПКМД
- Блок ПКМД
  - Формула для определения предельной погрешности  $\Delta_{\text{lim}}(\text{бл})$

5.5 **Получить** набор ПКМД для выполнения лабораторной работы.

5.6 **Определить количество и размеры концевых мер**, необходимых для составления блоков по классу на заданные размеры Азад и Бзад, учитывая имеющиеся в вашем наборе номинальные размеры ПКМД.

Расчет выполнить и оформить в виде таблицы, аналогичной примеру, рассмотренному в п.4.2.

5.7 **Определить погрешность** блоков, составленных на размеры Азад и Бзад. Предельные погрешности отобранных для блоков плиток определять

по приложению В, полагая, что ПКМД в наборе соответствуют 4-му классу точности.

**5.8 Записать окончательные размеры** блоков ПКМД с отклонениями в следующем виде:

$$A = A_{\text{зад}} \pm \Delta_{\text{lim}}(\text{бл. А})$$

$$B = B_{\text{зад}} \pm \Delta_{\text{lim}}(\text{ бл. Б})$$

**5.9 Оформить отчёт** по лабораторной работе и **сделать выводы** о точности блоков, проанализировав причины погрешностей на размерах А и Б.

**5.10 Составить любой блок**, притерев друг к другу предварительно отобранные и подготовленные ПКМД. Составленный блок ПКМД продемонстрировать преподавателю.

**5.11 Разобрать составленный блок**, плитки уложить в футляр на своё место и сдать набор ПКМД преподавателю.

**5.12 Для самопроверки ответить на контрольные вопросы** и защитить выполненную работу у преподавателя.

## **6 Содержание отчёта**

Отчёт по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. Наименование работы.
2. Конкретизированное индивидуальное задание.
3. Краткий конспект основных понятий, терминов и определений.
4. Содержание выполненной работы по п.5.6 – 5.8.
5. Выводы о точности блоков, составленных на размеры А и Б.

## 7 Контрольные вопросы

1. Почему производство и ремонт машин невозможны без обеспечения единства мер?
2. Что представляют собой меры в общем случае?
5. Для чего предназначены меры в общем случае?
6. Для чего предназначены меры длины?
7. Как делятся меры длины по конструктивным признакам?
8. Что относят к штриховым мерам длины?
9. Что относят к концевым мерам длины?
10. Для чего предназначены ПКМД?
11. Что представляет собой ПКМД?
12. С какой целью применяют ПКМД?
13. Где применяют и используют ПКМД?
14. Какие поверхности ПКМД являются рабочими измерительными?
15. По каким признакам отличаются рабочие измерительные поверхности от других поверхностей ПКМД?
16. Что принимают за рабочий размер ПКМД?
17. Что понимают под срединным размером ПКМД?
18. Какие два свойства ПКМД являются важнейшими?
19. Чем характеризуется плоскопараллельность ПКМД?
20. Что представляет собой притираемость ПКМД?
21. Какими параметрами характеризуется точность ПКМД?
22. Что представляет собой отклонение длины ПКМД от номинальной?
21. Что представляет собой отклонение от плоскопараллельности измерительных поверхностей ПКМД?
22. Для чего нужна притираемость ПКМД?
23. Для чего нужна плоскопараллельность ПКМД?
24. Чем характеризуется класс точности ПКМД?
25. Как делятся ПКМД в зависимости от точности их изготовления?

26. Какие классы точности ПКМД Вы знаете?
27. Как делятся ПКМД в зависимости от точности их аттестации?
28. Чем характеризуется разряд ПКМД?
29. Какие разряды аттестации ПКМД Вы знаете?
30. Как называется документ, характеризующий точность ПКМД по разряду?
31. Что указывается в аттестате ПКМД соответствующего разряда?
32. Что принимают за размер меры, если ПКМД применяют по классам точности?
33. Что принимают за размер меры, если ПКМД применяют по разрядам?
34. Что обеспечивает более высокую точность измерения: применение ПКМД по классам или разрядам и почему?
35. Что указывается на каждый ПКМД?
36. Для чего ПКМД комплектуются в наборы?
37. Что такое защитные меры и для чего они применяются?
38. По какому признаку ПКМД делятся на основные и подчинённые?
39. Какие меры относят к основным и для чего они служат?
40. Какие меры относят к подчинённым и для чего они используются?
41. Какие меры называют образцовыми и для чего они используются?
42. Каков порядок составления блока ПКМД по классу для получения заданного размера?
43. По какой формуле определяется предельная погрешность блока ПКМД?
44. От чего зависит предельная погрешность блока ПКМД?
45. Назовите и поясните возможные пути повышения точности размера блока ПКМД?
46. Каким образом устанавливают необходимый класс точности ПКМД, используемых для измерения и контроля изделий?
47. Каков порядок притирки плиток в блок?

48. Какие плитки считаются притёртыми?
49. Для чего предназначены наборы принадлежностей к ПКМД?
50. Для чего используются наборы принадлежностей к ПКМД?

Приложение А  
**Варианты индивидуальных заданий для выполнения  
 лабораторной работы**

№ варианта	Заданные размеры, мм	
	А зад	Б зад
1	52,345	54,321
2	54,695	58,642
3	57,135	62,963
4	59,385	67,284
5	61,725	71,616
6	64,175	75,927
7	66,415	80,247
8	68,765	84,568
9	71,115	88,889
10	73,455	93,213
11	75,795	97,531
12	78,145	101,852
13	80,485	106,173
14	82,835	109,494
15	85,175	114,816
16	87,525	119,136
17	89,865	123,457
18	92,215	127,778
19	94,545	132,099
20	96,935	136,423
21	99,245	139,741
22	101,595	144,062
23	103,935	148,383
24	106,285	151,704
25	108,625	157,026
26	110,975	161,346
27	113,315	165,667
28	115,115	169,988
29	118,125	174,309
30	119,355	178,631
31	122,695	181,951
32	125,045	184,727
33	127,385	186,953
34	129,735	188,914
35	132,175	191,652

Приложение Б  
**Размеры поперечного сечения ПКМД [5]**

Номинальный размер ПКМД, мм	Размер поперечного сечения ПКМД, мм
От 0,1 до 0,2	$15_{-0,45} \times 5_{-0,3}$  $30_{-0,3} \times 9_{-0,05}^{-0,30}$  $20_{-0,3} \times 9_{-0,05}^{-0,30}$  $30_{-0,3} \times 9_{-0,05}^{-0,30}$
Св. 0,2 до 0,29	
Св. 0,29 до 0,6	
Св. 0,6 до 10,1	
Св. 10,1 до 1000	

Приложение В  
**Допускаемые отклонения ПКМД от номинального их размера  
и класса точности 4**

Номинальный размер ПКМД, мм	Предельная погрешность ПКМД $\pm \Delta_{lim}$ , мкм						
	В процессе изготовления					После эксплуатации	
	Для классов точности						
	00	0	1	2	3	4	5
До 10	0,05	0,10	0,18	0,35	0,80	2,00	4,00
Св. 10 до 25	0,07	0,14	0,27	0,55	1,2	2,50	5,00
Св. 25 до 50	0,10	0,20	0,35	0,70	1,60	3,50	6,00
Св. 50 до 75	0,12	0,25	0,45	0,90	2,00	4,50	8,00
Св. 75 до 100	0,14	0,30	0,55	1,10	2,50	5,00	10,00

Приложение Г  
Основные наборы ПКМД [5]

Номер набора(число мер в наборе)	Градация мер, мм	Номинальные размеры мер, мм	Число мер в наборе	Классы точности наборов
1	2	3	4	5
1 (83)	—	1,005	1	0; 1; 2; 3
	0,01	1 - 1,5	51	
	0,1	1,6 - 2	5	
	—	0,5	1	
	0,5	2,5 - 10	16	
2 (38)	—	1,005	1	1; 2; 3
	0,01	1 - 1,1	11	
	0,1	1,2 - 2	9	
	1	3 - 10	8	
	10	20 - 100	9	
3 (112)	—	1,005	1	0; 1; 2; 3
	0,01	1 - 1,5	51	
	0,1	1,6 - 2	5	
	—	0,5	1	
	0,5	2,5 - 25	46	
4 (11) 5 (11)	0,001	2 - 2,01	11	0; 1; 2
	0,001	1,99 - 2	11	
	0,001	1 - 1,01	11	
	0,001	0,99 - 1	11	
8 (8+2)	25	125 - 200	4	0; 1; 2; 3
	50	250 - 300	2	
	100	400 - 500	2	
	—	50(защитные)	2	
9 (10+2)	100	100 - 1000	10	0; 1; 2; 3
	—	50(защитные)	2	
10 (20)	0,01	0,1 - 0,29	20	1; 2; 3

Продолжение приложения Г

Номер набора(число мер в наборе)	Градация мер, мм	Номинальные размеры мер, мм	Число мер в наборе	Классы точности наборов
1	2	3	4	5
12 (74)	--	1,005	1	1; 2; 3
	0,01	0,9 - 1,5	61	
	0,1	1,6 - 2	5	
	--	0,5	1	
	0,5	2,5 - 5	6	
13 (11)	--	5	1	1; 2; 3
	10	10 - 100	10	
14 (38)	0,5	1 0,5 - 25	30	0; 1; 2; 3
	10	30 - 100	8	
15 (29)	--	1,005	1	1; 2; 3
	0,01	1 - 1,1	11	
	0,1	1,2 - 2	9	
	1	3 - 10	8	
16 (19)	0,001	0,991 - 1,009	19	0; 1; 2
17 (19)	0,001	1,991 - 2,009	19	0; 1; 2
18 (2)	--	1 (защитные)	2	1; 2; 3
19 (2)	--	2 (защитные)	2	1; 2; 3

Примечание.

ГОСТ 9038 - 83 предусматривает изготовление ПКМД классов точности 00 и 01.

Приложение Д  
Наборы принадлежностей к ПКМД [5]

Наименование и размеры принадлежностей, мм	Число принадлежностей в наборе			
	Измерительном полном		Измерительно м малом	Разметочном
	ПК- 1	ПКО-1	ПК - 2	ПК - 3
Державка для крепления ПКМД: 0 - 80 Св. 80 до 160 Св. 160 до 300	№1	№2	№1	--
	1	I	1	--
	1	1	1	--
	1	1	--	--
Основание	--	--	--	1
Плоскопараллельные боковики длиной L = I 5, сечением 10x9	2	--	--	--
Радиусные боковики длиной L = 45: радиусом R = 2 радиусом R = 5	2	2	2	--
	2	2	2	--
Радиусные боковики: длиной L = 75, R = 15 длиной L = 100, R = 15	2	2	2	--
	2	2	--	--
Боковик: центральной чертильный	--	--	--	1
	--	--	--	1
Трёхгранная линейка 200	1	1	--	--

**Лабораторная работа №3**  
**«Штангенинструменты»**

### **1 Цель работы**

Изучить назначение, устройство и приобрести практические навыки измерения деталей штангенинструментом.

### **2 Техническое оснащение работы**

При выполнении лабораторной работы применяются:

- комплект исходных чертежей различных деталей;
- комплект реальных деталей, соответствующих исходным чертежам;
- штангенциркули ШЦ-I, ШЦ-II, ШЦ-III и ШЦЦ;
- штангенглубиномеры;
- штангенрейсмасы;
- плиты поверочные (разметочные) размером 250 x 250мм;
- плакаты по теме лабораторной работы.

### **3 Задание**

Измерить с помощью штангенинструментов пять размеров заданной детали и дать заключение о ее годности.

### **4 Основные теоретические положения**

#### **4.1 Штангенинструменты**

**Штангенинструменты (ШИ)** – это наиболее распространенные универсальные средства измерения вследствие простоты их конструкции и низкой стоимости. ШИ широко применяют в машиностроении, ремонтном производстве и слесарной практике для измерения линейных размеров и разметки деталей невысокой точности, обычно 12-17 квалитетов [2].

**Отличительные особенности ШИ** – наличие у них штанги и, как правило, шкалы нониуса<sup>1</sup> [7].

**Основная шкала**, выполненная на штанге с ценой и длиной деления 1мм, предназначена для отсчета целого числа миллиметров, а **дополнительная шкала**, называемая *нониусом*, позволяет отсчитывать доли целых делений основной шкалы, т.е. доли миллиметра. Каждое пятое деление основной шкалы на штанге отмечено удлиненным штрихом, а каждое десятое деление – штрихом более длинным, чем пятое, и соответствующим *числом десятков миллиметров* [5].

К ШИ относят:

- **штангенциркули (ШЦ)**, предназначенные для измерения наружных и внутренних размеров и разметки деталей;
- **штангенглубиномеры (ШГ)**, служащие для измерения глубин пазов, отверстий, а также высот, расстояний до буртиков или выступов;
- **штангенрейсмасы (ШР)**, предназначенные для измерения высот, уступов и разметки размеров деталей на поверочной плите;
- **штангензубомеры**, служащие для измерения толщины зуба зубчатых колес по хорде.

В зависимости от конструкции отсчетного устройства различают ШИ:

- с отсчетом по нониусу;
- с отсчетом по круговой шкале со стрелкой;
- с отсчетом по электронно-цифровой шкале.

**Метод измерения штангенинструментами** прямой и, как правило, абсолютный. Исключением являются ШИ с электронно-цифровой шкалой, которые позволяют определять размеры как абсолютным, так и относительным методом измерения [3].

<sup>1</sup> **НОНИУС** [от Nonius – латинизир. имени португ. математика и изобретателя этой шкалы П.Нуниша

(P. Nunes; 1492-1577гг.)]

#### 4.2 Отсчет по нониусу

Принцип построения нониуса заключается в следующем. На дополнительной шкале откладывают отрезок  $l$ , равный целому числу делений основной шкалы, но число делений на шкале нониуса на единицу больше, чем на основной шкале (рис. 1), т.е.

$$C(n - 1) = b \cdot n \quad (1)$$

где  $C$  – цена (интервал) деления основной шкалы;  $b$  – интервал деления шкалы нониуса;  $n$  – число делений нониуса.

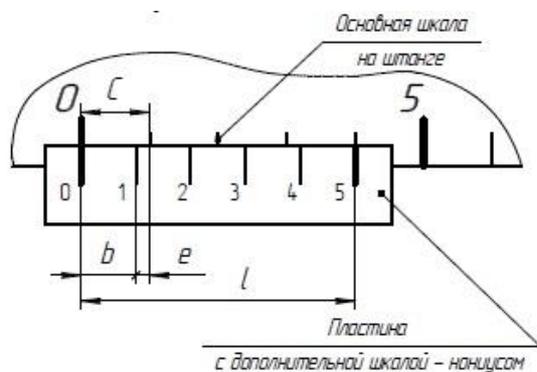


Рисунок 1 – Построение шкалы нониуса

При этом точность отсчета « $e$ » с применением шкалы нониуса, что соответствует понятию точности инструмента в целом, будет представлять собой разность интервалов делений основной шкалы « $C$ » и шкалы нониуса « $b$ », т.е.

$$e = C - b \quad (2)$$

Подставив значение « $b$ » из уравнения (2) в уравнение (1), получим

$$C(n - 1) = (C - e)$$

откуда 
$$e = \frac{C}{n}$$

Отсюда вывод: точность отсчета любого нониусного приспособления равна частному от деления цены деления основной шкалы на число делений

шкалы нониуса.

Для удобства отсчета шкалу нониуса, как правило, делают растянутой или модульной, т.е. деление шкалы нониуса принимают не приблизительно равным делению основной шкалы, а в « $\gamma$ » больше. Величина « $\gamma$ » **называется модулем шкалы нониуса**, который показывает, через какое число делений миллиметровой шкалы штанги будут располагаться штрихи шкалы нониуса, смещенные на величину отсчета по нониусу [5].

В этом случае

$$C(n-1) = b \cdot n, \quad (3)$$

$$e = C - b. \quad (4)$$

Подставляя значение « $b$ » из равенства (4) в уравнение (3), получим

$$(n-1) = (C-e) \cdot n$$

$$\text{и опять } e = \frac{C}{n}$$

Отсюда следует **общий вывод**, что точность отсчета « $e$ » не зависит от модуля « $\gamma$ », а в любом случае зависит только от цены деления « $C$ » основной шкалы и числа делений « $n$ » нониуса.

ШИ модулей 1 и 2 выпускаются с точностью отсчета по нониусу 0,1 и 0,05мм, шкалы которых представлены в таблице 1. Ранее выпускался штангенциркуль с отсчетом по нониусу 0,02мм.

**ШИ модуля 1** встречаются редко, т.к. шкала нониуса (табл. 1) получается короткой ( $l = 9$  и 19мм) и «плохо читаемой» из-за того, что интервал деления шкалы менее одного миллиметра ( $b = 0,9$  и 0,95мм). Поэтому более предпочтительными и удобными являются ШИ модуля 2 с растянутой шкалой нониуса.

Растянутый **нониус модуля 2 с величиной отсчета 0,1мм**, как видно из таблицы 1, имеет десять делений ( $n = 10$ ) и длину  $l = 19$ мм, поэтому одно деление шкалы нониуса составляет  $b = l : n = 19 : 10 = 1,9$ мм и оно короче двух делений основной шкалы на  $e = 0,1$ мм; Таким образом, первый за нулевым штрих шкалы нониуса оказывается смещенным относительно «ближайшего»

штриха основной шкалы на штанге на 0,1мм; соответственно второй штрих – на 0,2мм, третий – на 0,3мм и т.д., а десятый (последний штрих) – на 1мм; поэтому десятый штрих шкалы нониуса точно совпадает с девятнадцатым штрихом штанги, что соответствует  $l = 19\text{мм}$ .

Таблица 1 – Шкалы штангенинструментов1

Отсчет	Точность отсчета (цена деления) нониуса	
	0,1 мм	0,05 мм
Целое число	<p>Основная шкала</p> <p>Нониус</p> <p>Совпадающие штрихи шкал</p> <p><math>4 \times 1 = 4,0 \text{ мм}</math></p>	<p>Основная шкала</p> <p>Нониус</p> <p>Совпадающие штрихи шкал</p> <p><math>7 \times 1 = 7,0 \text{ мм}</math></p>
Дробное число	<p>Совпадающие штрихи шкал</p> <p><math>4 \times 1 + 7 \times 0,1 = 4,7 \text{ мм}</math></p>	<p>Совпадающие штрихи шкал</p> <p><math>7 \times 1 + 0,75 + 2 \times 0,05 = 7,85 \text{ мм}</math></p>

**ШИ модуля 2 с отсчетом по нониусу 0,05мм** (таблица 1) имеют длину шкалы  $l = 39\text{мм}$ , разделенную на 20 частей, т.е. одно деление нониуса  $b = l : n = 39 : 20 = 1,95\text{мм}$ , что короче на  $e = 0,05\text{мм}$  двух делений основной шкалы на штанге. Обычно на шкале нониуса с отсчетом 0,05мм для облегчения и ускорения отсчета наносят цифры 25, 50, 75 (2, 4, 6, 8), обозначающие сотые (десятые) доли миллиметра.

Измерение размеров деталей с помощью ШИ выполняется путем отсчета показаний по шкалам штанги и нониуса в следующем порядке:

а) **отсчитывается целое число миллиметров** по основной шкале на штанге слева направо до нулевого штриха нониуса. При этом начало шкалы

нониуса – его нулевая отметка (нулевой штрих) – выполняет роль указателя по основной шкале.

Если при измерении эта *отметка точно совпадает с каким-либо штрихом основной шкалы*, то определяемый размер равен целому числу миллиметров и отсчитывается по этой шкале до указателя.

Если же нулевая отметка расположена между штрихами основной шкалы, то число целых миллиметров будет равно количеству ее целых делений между нулевой отметкой шкалы и указателем, которое запоминают. Изложенное наглядно поясняется примерами таблицы 2.

б) **отсчитываются доли миллиметра** – дробная часть размера. Для этого по шкале нониуса находят штрих, точно совпадающий со штрихом основной шкалы на штанге, и умножают его порядковый номер (не считая нулевого) на точность отсчета нониуса (0,1 или 0,05мм).

в) **подсчитывается результат измерения ШИ**, для чего складывают число целых миллиметров и долей миллиметра, как это наглядно представлено примерами в таблице 2.

Таблица 2 – Отсчет показаний по шкалам ШИ

Отсчет	Точность отсчета (цена деления) нониуса	
	0,1 мм	0,05 мм
Целое число		
Дробное число		

Таким образом, для **определения размера детали с помощью ШИ необходимо** сначала определить целое число миллиметров по основной шкале слева направо до нулевого штриха нониуса и затем прибавить к нему доли миллиметра, полученные умножением цены деления нониуса на порядковый номер штриха нониусной шкалы, совпадающего со штрихом штанги (нулевой штрих нониуса не учитывают) [6].

### 4.3 Штангенциркули

Штангенциркули выпускают по ГОСТ 166-89 трех следующих конструктивных типов:

а) **тип I** (рис. 2а) – с двусторонним расположением губок (с верхними «острыми» и нижними измерительными губками) и с линейкой глубиномером.

Эти штангенциркули изготавливают с точностью отсчета по нониусу 0,1; 0,05мм и пределами измерений 0-125, 0-150мм.

*Пример обозначения штангенциркуля типа I с диапазоном измерений 0-125мм и значением отсчета по нониусу 0,1мм:*

*Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166.*

Штангенциркуль ШЦ-I, представленный на рисунке 2а, состоит из штанги 7 с неподвижной губкой 1, рамки 6 с подвижными губками 2, перемещающейся по штанге, линейки глубиномера 8, соединенной с рамкой, и стопорного винта 5. На штанге нанесена основная шкала 3 с ценой деления 1мм, а на скосе рамки – дополнительная шкала 4 – нониус, с помощью которой отсчитывают доли миллиметра. Верхние губки предназначены для измерения внутренних размеров, а нижние – наружных.

б) **тип II** (рис. 2б) – с двусторонним расположением губок (с верхними «острыми» и нижними измерительными губками), выпускаемый с точностью отсчета 0,1; 0,05мм и пределами измерений 0-160, 0-200, 0-250, 0-300, 0-400, 0-500, 250-630, 250-800, 320-1000, 500-1250, 500-1600, 800-2000мм.

*Пример обозначения штангенциркуля типа II с диапазоном измерений 0-300мм и значением отсчета по нониусу 0,05мм:*

*Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,05 ГОСТ 166.*

Штангенциркуль ШЦ-II, представленный на рисунке 2б, снабжен рамкой 10 микрометрической подачи, предназначенной для медленного и более точного перемещения (установки) рамки 6 относительно штанги 7. В вырезе рамки 10 микрометрической подачи расположена гайка 12, накрученная на винт 11, закрепленный в нижней части рамки 6. При освобожденном винте 5 и закрепленной рамке 10 на штанге 7 с помощью стопорного винта 9 рамка 6 будет перемещаться плавно по штанге, если вращать гайку 12 микрометрической подачи. Микрометрическую подачу обычно применяют при разметке или контроле для точной установки на штангенциркуле ШЦ-II размера требуемой величины.

Для разметки служат только верхние «острые» губки, а измерения наружных размеров выполняют верхними и нижними губками. Для измерения внутренних размеров предназначены нижние губки, у которых внешние поверхности имеют цилиндрическую форму, общая ширина « $m$ » которых при сдвинутых губках составляет 10мм, т.е.  $m = 10$ мм.

в) **тип III** (рис. 2в) – с односторонним расположением губок (без верхних «острых» губок), выпускаемый с точностью отсчета и пределами измерений идентичными штангенциркулям типа II.

*Пример обозначения штангенциркуля типа III с диапазоном измерений 0-500мм и значением отсчета по нониусу 0,05мм:*

*Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,05 ГОСТ 166.*

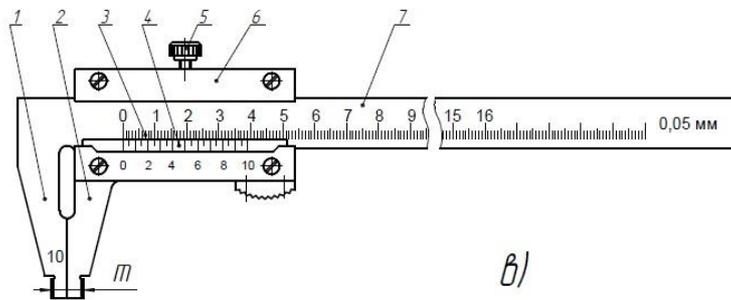
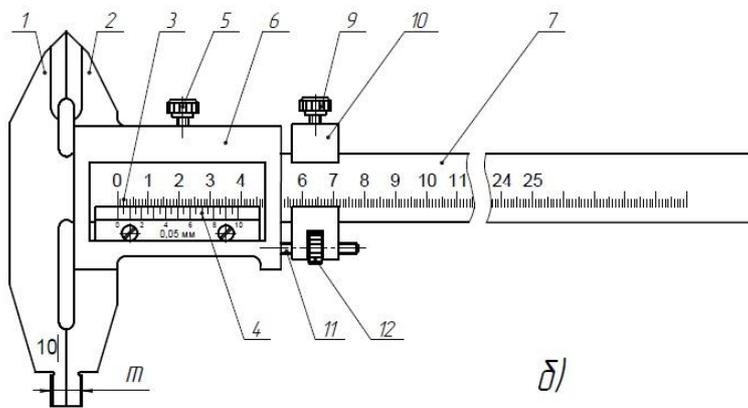
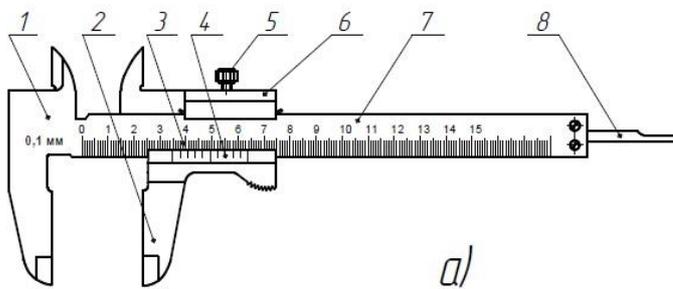


Рисунок 2 – Типы штангенциркулей:

а-тип I; б-тип II; в-тип III; 1-неподвижные губки; 2-подвижные губки; 3-основная шкала; 4-нониус; 5-стопорный винт; 6-рамка; 7-штанга; 8-линейка глубиномера; 9-стопорный винт микрометрической подачи; 10-рамка микрометрической подачи; 11-винт микрометрической подачи; 12-гайка

микрометрической подачи;  $m$ -общая ширина губок.

Кроме рассмотренных штангенциркулей с отсчетом по нониусу отечественная инструментальная промышленность выпускает:

а) **штангенциркули с отсчетом по круговой шкале** (рис. 3) с ценой деления основной шкалы на штанге 10мм; с ценой деления круговой шкалы 0,1; 0,05 или 0,02мм и пределами измерений 0-125, 0-150, 0-200, 0-300мм.

*Пример обозначения штангенциркуля типа I с диапазоном измерений 0-150мм и с отсчетом по круговой шкале 0,02мм:*

*Штангенциркуль ШЦК-I-150-0,02 ГОСТ 166.*

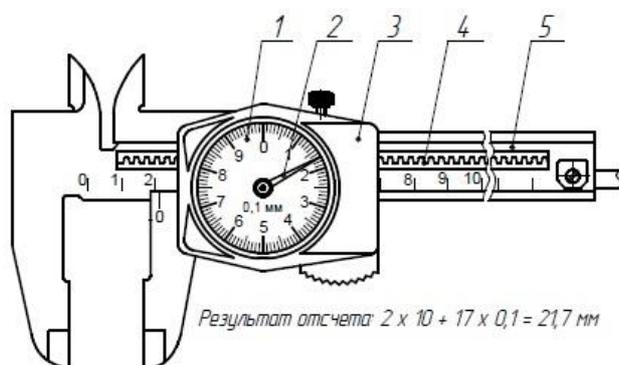


Рисунок 3 – Штангенциркуль с отсчетом по круговой шкале:

1-шкала круговая; 2-стрелка; 3-рамка; 4-зубчатая рейка; 5-штанга.

Принцип действия такого штангенциркуля сводится к преобразованию поступательного перемещения рамки 3 (рис. 3) относительно штанги 5 во вращательное движение стрелки 2, размещенной над круговой шкалой 1. Преобразование осуществляется с помощью зубчатореечной передачи 4.

б) **штангенциркули с отсчетом по электронно-цифровой шкале** (рис. 4) с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01мм и пределами измерений 0-150, 0-200, 0-300, 0-500, 0-600, 0-800, 0-1000, 0-1500, 0-2000мм.

*Пример обозначения штангенциркуля с цифровым отсчетным устройством типа I с диапазоном измерений 0-150мм и шагом дискретности*

0,01мм:

*Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166.*



Рисунок 4 – Штангенциркуль с отсчетом по электронно-цифровой шкале

Последняя конструкция штангенциркуля значительно упрощает, ускоряет менее утомляет пользователя, чем традиционный отсчет по нониусу.

**Перед измерением** необходимо убедиться в исправности штангенциркуля. Не допускаются забоины, заусенцы и следы ржавчины на измерительных поверхностях губок. Если стопорный винт закреплен, рамка не должна качаться. Сдвинув губки, надо убедиться, что ними нет просвета, видимого на глаз, и нулевой штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом основной шкалы [6].

**При измерении** незакрепленной детали *левая рука* должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок; *правой рукой* поддерживают штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещают рамку до соприкосновения с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия [4].

*Нормальное измерительное усилие* достигается легким контактированием при перемещении проверяемых поверхностей детали относительно измерительных поверхностей инструмента, как это показано на рисунке 5.

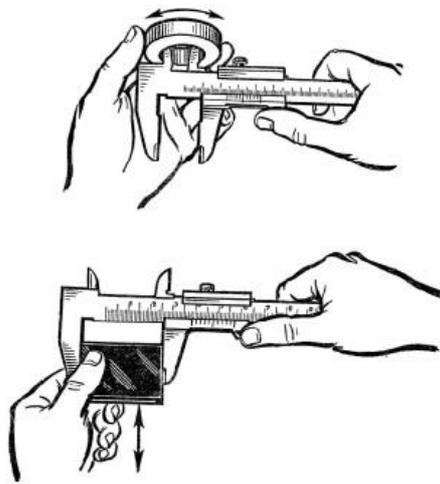


Рисунок 5 – Измерительное усилие

Потом с помощью стопорного винта закрепляют рамку на штанге, освобождают штангенциркуль от контакта с деталью и считывают полученный результат.

При измерении внутренних размеров штангенциркулями типа II и III к показаниям инструмента прибавляют общую ширину губок «т» (рис. 2), указанную на них. Примеры измерения различных размеров деталей представлены на рисунках 6 и 7.

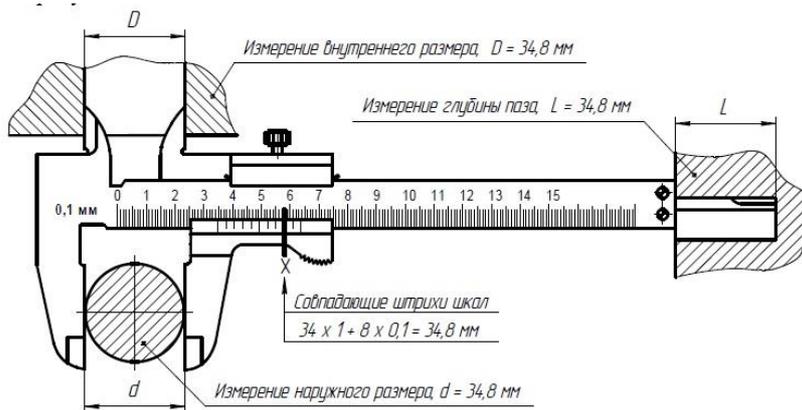


Рисунок 6 – Измерение размеров деталей штангенциркулем типа

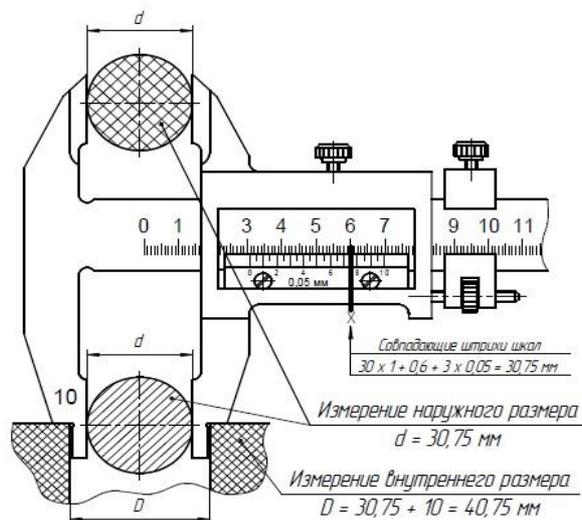


Рисунок 7 - Измерение размеров деталей штангенциркулем типа II

#### 4.4 Штангенглубиномеры

Штангенглубиномеры выпускаются по ГОСТ 162-90 двух видов:

а) с отсчетом по нониусу (рис. 8а) точностью отсчета 0,1; 0,05мм и пределами измерений 0-160, 0-200, 0-250, 0-300, 0-400мм.

*Пример обозначения штангенглубиномера с пределами измерений 0-160мм и величиной отсчета 0,05мм:*

*Штангенглубиномер ШГ 160-0,05 ГОСТ 162.*

Штангенглубиномер, как видно из рисунка 8а, отличается от штангенциркуля тем, что не имеет на штанге неподвижных губок, а подвижные конструктивно оформлены в виде опорного основания 3, выполненного за одно целое с рамкой 6, на которой крепятся нониус 5 и стопорный винт 4. Штанга 7 с основной шкалой перемещается в рамке перпендикулярно основанию.

*Измерительные поверхности штангенглубиномера – нижний торец 8 штанги и нижняя плоскость 2 основания 3. При измерении основание 3 накладывают измерительной поверхностью 2 на плоскость измеряемой детали*

1, а затем, ослабив стопорный винт 4, продвигают штангу 7 вниз до тех пор, пока она не коснется своим торцом 8 плоскости («дна») измеряемой детали. В этом положении рамку 6 закрепляют стопорным винтом 4 и считывают результат измерения.

б) с отсчетом по электронно-цифровой шкале (рис. 8б) с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01мм и пределами измерений 0-200, 0-300, 0-500мм.

Пример обозначения штангенглубиномера с электронным цифровым отсчетным устройством с пределами измерений 0-200мм и шагом дискретности 0,01мм:

*Штангенглубиномер ШГЦ 0-200-0,01 ГОСТ 162.*

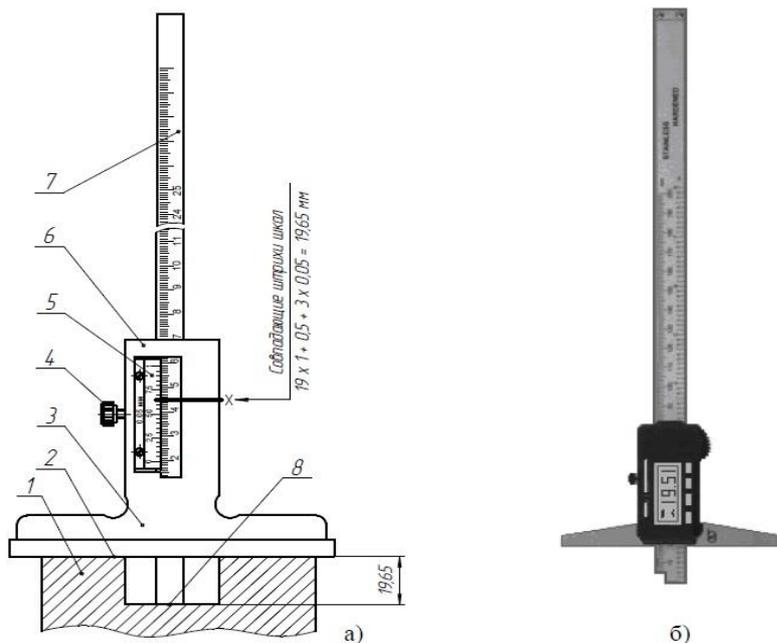


Рисунок 8 – Штангенглубиномеры:

а – с отсчетом по нониусу; б – с отсчетом по электронно-цифровой шкале; 1-измеряемая деталь; 2-измерительная поверхность основания; 3-основание; 4-стопорный винт; 5-нониус; 6-рамка; 7-штанга; 8-измерительная поверхность штанги.

#### 4.5 Штангенрейсмасы

Штангенрейсмасы выпускаются по ГОСТ 164-90 двух видов:

а) с отсчетом по нониусу (рис. 9а) с точностью отсчета 0,05мм и пределами измерений: 0-200, 0-250, 0-300, 0-400, 0-500, 0-630, 100-1000, 600-1600, 1500-2500мм.

Пример обозначения штангенрейсмаса с пределами измерений 0-250мм и величиной отсчета 0,05мм:

*Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164.*

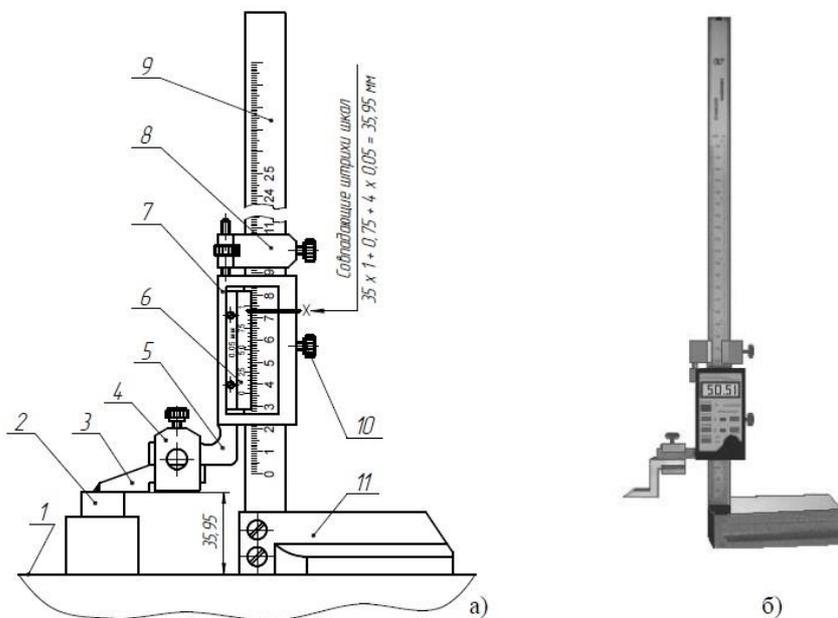


Рисунок 9 - Штангенрейсмасы:

а – с отсчетом по нониусу; б – с отсчетом по электронно-цифровой шкале; 1- плита поверочная; 2-измеряемая деталь; 3-разметочная ножка; 4- хомутик; 5-подвижная губка; 6-нониус; 7-рамка; 8- рамка микрометрической подачи; 9-штанга; 10-стопорный винт; 11-основание.

Штангенрейсмас, как видно из рисунка 9а, отличается от штангенглубиномера наличием массивного основания 11, на котором вертикально и неподвижно закреплена штанга 9 с основной шкалой. По

штанге перемещается рамка 7 со шкалой нониуса 6, стопорным винтом 10 и механизмом микрометрической подачи 8, который по конструкции аналогичен штангенциркулю ШЦ-П.

За одно целое с рамкой 7 выполнена подвижная губка 5 штангенрейсмаса, на которую с помощью хомутика 4 и стопорного винта присоединяют разметочную ножку 3 или при необходимости измерительную ножку (на рисунке не показана).

Измерительные ножки, как правило, имеют две измерительные поверхности, из которых верхняя предназначена для измерения внутренних размеров, а нижняя – наружных. *При измерении внутренних размеров* к результату отсчета по шкалам штангенрейсмаса прибавляют высоту измерительной ножки.

*При измерении наружных размеров* можно пользоваться и разметочной ножкой 3, как это показано на рисунке 9а при определении высоты измеряемой детали 2. Измерения и разметку деталей проводят на поверочной плите 1, на которую устанавливают штангенрейсмас и измеряемую деталь 1.

*Перед разметкой поверхности* детали, подлежащие разметке, обычно по-крывают раствором мела в воде с добавлением клея. Штангенрейсмас устанавливают (настраивают) на требуемый размер по нижней поверхности разметочной ножки, после чего, перемещая штангенрейсмас по плите 1 вдоль размечаемой поверхности, острием разметочной ножки наносят горизонтальные линии.

**б) с отсчетом по электронно-цифровой шкале** (рис. 9б) с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01мм и пределами измерений

0-200, 0-300, 0-500мм.

*Пример обозначения штангенрейсмаса* цифрового с пределами измерений 0-500мм и шагом дискретности 0,01мм:

*Штангенрейсмас ШРЦ 0-500-0,01 ГОСТ 164.*

## 5 Порядок выполнения работы и методические указания

1 Изучить по методическим указаниям цель работы, задание и основные теоретические положения. Особое внимание уделить: назначению и общей характеристике штангенинструментов; построению шкалы нониуса и отсчету показаний по шкалам штангенинструмента, изложенным в разделе 4.2; устройству штангенциркулей и процессу измерения различных размеров деталей.

2 Получить у преподавателя *техническое оснащение*, необходимое для выполнения лабораторной работы.

3 Подготовить *предварительный отчет* по лабораторной работе, который по аналогии с приложением А должен содержать следующие данные: наименование лабораторной работы; конкретизированное задание на выполнение работы; эскиз заданной детали с указанием ее номера (шифра); таблица 1 - Результаты измерения детали штангенинструментом; таблица 2 – Метрологические показатели штангенинструмента, применяемого при измерении детали.

4 Выбрать по чертежу или эскизу детали *пять любых размеров*, намеченных для измерения, и записать их обозначения в таблицу 1.

5 Для каждого из намеченных для измерения размеров детали *определить и записать* в таблицу 1:

- величину допуска в микрометрах, равную абсолютной величине алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями размера;
- значение допускаемой погрешности измерения « $\delta$ », выбираемой по приложению Б;
- обозначение выбранного инструмента, при выборе которого *должно соблюдаться условие*

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta,$$

где  $\Delta_{\text{lim}}$  – предельная погрешность инструмента, выбираемая по приложению В.

**Рекомендуется** предпочтение в первую очередь отдавать инструменту

с точностью отсчета 0,1мм, как наиболее дешевому и распространенному.

- величину предельной погрешности выбранного инструмента;
- значения предельных размеров – наибольшего и наименьшего

допустимого размера детали в миллиметрах.

6 Определить измерением величину действительного размера детали и результат записать в таблицу 1.

7 Записать в таблицу 1 заключение о годности каждого измеренного размера детали, учитывая, что размер признается годным, если соблюдается условие

$$D_{\min} (d_{\min}) \leq D_{\text{д}} (d_{\text{д}}) \leq D_{\max} (d_{\max}),$$

где  $D_{\text{д}} (d_{\text{д}})$  – действительный размер отверстия (вала),

$D_{\min} (d_{\min})$  и  $D_{\max} (d_{\max})$  – наименьший и наибольший предельные размеры отверстия (вала).

Если указанное условие не соблюдается, то размер признается бракованным. Различают брак исправимый и неисправимый.

8 Заполнить таблицу 2, занося туда основные метрологические показатели каждого штангенинструмента, который применялся при измерении.

9 Проанализировать результаты измерения детали и дать заключение о годности в виде вывода по выполненной работе.

Деталь признается годной, если все ее размеры вписываются в установленные границы соответствующих допусков. В противном случае - деталь считается бракованной [2]. При наличии брака его необходимо обоснованно конкретизировать – на каких размерах и почему «брак исправимый» или «брак неисправимый».

10 Привести рабочее место и инструмент в порядок, сдав преподавателю полученное техническое и методическое обеспечение.

11 Отчет о выполненной работе представить преподавателю.

## **6 Содержание отчёта**

Отчёт по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. наименование работы;
2. задание на выполнение работы;
3. эскиз заданной детали;
4. результаты измерения детали;
5. метрологическая характеристика применяемого инструмента;
6. выводы, вытекающие из анализа результатов измерения детали.

Пример оформления отчета по лабораторной работе представлен в приложении А.

## **7 Контрольные вопросы**

1. Почему штангенинструменты являются наиболее распространенными средствами измерения?
2. Почему штангенинструменты относят к числу универсальных средств измерения?
3. Где и с какой целью применяют штангенинструменты?
4. Что можно отнести к отличительным особенностям штангенинструментов?
5. Для чего предназначена и где располагается основная шкала штангенинструментов?
6. Для чего предназначена, где располагается и как называется дополнительная шкала штангенинструментов?
7. Какие инструменты относят к группе штангенинструментов?
8. Какие методы измерения реализуют штангенинструменты?
9. В чем заключается принцип построения нониуса?
10. Что понимают под модулем шкалы нониуса?
11. Какие недостатки присущи шкале нониуса модуля 1?
12. Какие достоинства присущи шкале нониуса модуля 2?
13. От чего зависит точность отсчета любого нониусного приспособления?

14. Почему точность отсчета любого нониусного приспособления не зависит от модуля шкалы нониуса?
15. Какой нониус называют растянутым и почему?
16. Что понимают под точностью инструмента в целом?
17. Что представляет собой точность отсчета штангенинструмента?
18. Как определяется интервал деления шкалы нониуса?
19. Как отсчитывается целое число миллиметров при измерении размеров штангенинструментами?
20. Как отсчитываются доли миллиметра при измерении размеров штангенинструментами?
- а. 21. Как определяется результат измерения размеров штангенинструментом?
22. Для чего предназначены штангенциркули (штангенглубиномеры, штангенрейсмасы)?
21. Какие конструктивные типы штангенциркулей вам известны?
22. В чем заключается конструктивная особенность штангенциркулей типа I?
23. Какие размеры можно измерить штангенциркулями типа I?
24. Как обозначают штангенциркули типа I?
25. В чем заключается конструктивная особенность штангенциркулей типа II (типа III)?
26. Какие размеры можно измерить штангенциркулями типа II (типа III)?
27. Для чего применяются «острые» губки штангенциркуля?
28. Как обозначают штангенциркули типа II (типа III)?
29. Поясните устройство штангенциркулей.
30. Для чего предназначена рамка микрометрической подачи у штангенинструментов?
31. В чем заключается особенность измерения внутренних размеров штангенциркулями типа II (типа III)?
32. Какие виды штангенинструментов различают в зависимости от

конструкции отсчетного устройства?

33. Как убедиться в исправности штангенциркуля?

34. Какие требования необходимо соблюдать при измерении штангенциркулями?

35. Как достигается нормальное измерительное усилие при измерении штангенциркулями?

36. Чем конструктивно отличается штангенглубиномер от штангенциркуля?

37. Какие поверхности штангенглубиномера являются измерительными?

38. Как выполняют измерения штангенглубиномером?

39. Чем конструктивно отличается штангенглубиномер от штангенрейсмаса?

40. Как выполняют измерения штангенрейсмасом?

41. Как выполняют разметку деталей штангенрейсмасом?

42. Какие показатели определяют основную метрологическую характеристику штангенинструментов?

43. Как выбирается конкретный штангенинструмент в зависимости от точности измеряемого размера?

44. Как определяется годность измеренного размера детали?

45. В чем заключается условие годности размера детали?

46. В чем заключается условие годности измеренной детали?

47. От чего зависит допускаемая погрешность измерения размера?

48. От чего зависит предельная погрешность инструмента?

Приложение А  
(рекомендуемое)

Пример оформления отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа № 4 - Штангенинструменты

Задание: Измерить с помощью штангенинструментов пять размеров заданной детали ШИ-25 и дать заключение о ее годности.

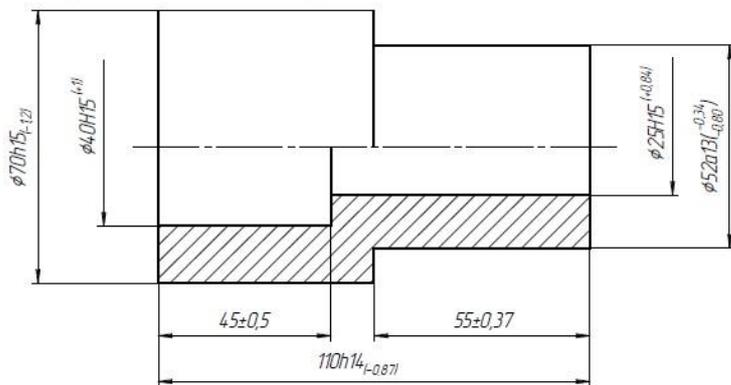


Рисунок А.1 – Эскиз детали ШИ-25

Таблица А.1 – Результаты измерения детали штангенинструментом

Определяемые параметры	Обозначения измеряемых размеров детали					
	Ø70h15 (-1,2)	Ø40H15 (+1,0)	45 ± 0,5	55 ± 0,37	110h14 (-0,87)	
Допуск размера, мкм	1200	1000	1000	740	870	
Допускаемая погрешность измерения, δ, мкм	240	200	200	160	180	
Обозначение выбранного инструмента	ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162	Штангенрейсмас ШР-300-0,05 ГОСТ 164	
Предельная погрешность инструмента, Δlim, мкм	150	200	100	100	150	
Предельные размеры детали, мм	max	70,0	41,0	45,5	55,37	110,0
	min	68,8	40,0	44,5	54,63	109,13
Действительный размер детали, мм	70,6	41,15	44,85	55,30	110,25	
Заключение о годности размера детали	<b>Брак</b> исправимый	<b>Брак</b> неисправимый	<b>Годный</b>	<b>Годный</b>	<b>Брак</b> исправимый	

Продолжение приложения А

Таблица А.2 – Метрологические показатели штангенинструмента, применяемого при измерении детали

Метрологические показатели инструмента	Обозначение инструмента, применяемого при измерении			
	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162	Штангенрейсмас ШР-300-0,05 ГОСТ 164
Пределы измерения, мм	0-125	0-250	0-160	0-300
Цена деления основной шкалы, мм	1,0	1,0	1,0	1,0
Точность отсчета по нониусу, мм	0,1	0,05	0,05	0,05
Интервал деления шкалы нониуса, мм	1,9	1,95	1,95	1,95
Предельная погрешность инструмента, $\Delta_{lim}$ , мкм	150	200	100	150

**ВЫВОД:** В результате выполненной работы деталь ШИ-25 следует при-знать бракованной, потому что три размера выходят за установленные границы допуска, а именно:

- наружный размер  $\varnothing 70h15 (-1,2)$  имеет *брак исправимый*, т.к. действительный размер  $d_d = 70,6\text{мм} > d_{max} = 70,0\text{мм}$ ;
- внутренний размер  $\varnothing 40H15 (+1,0)$  имеет *брак неисправимый*, т.к. действительный размер  $D_d = 41,15\text{мм} > D_{max} = 41,0\text{мм}$ ;
- наружный размер  $110h14(-0,870)$  имеет *брак исправимый*, т.к. действительный размер  $d_d = 110,25\text{мм} > d_{max} = 110,0\text{мм}$ .

Приложение Б

Допускаемые погрешности измерения « $\delta$ », мкм

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	12		13		14		15		16		17	
	Допуски размеров по квалитетам <i>IT</i> и допускаемые погрешности измерения $\delta$ в мкм											
	<i>IT 12</i>		<i>IT 13</i>		<i>IT 14</i>		<i>IT 15</i>		<i>IT 16</i>		<i>IT 17</i>	
До 3	100	<b>20</b>	140	<b>30</b>	250	<b>50</b>	400	<b>80</b>	600	<b>120</b>	1000	<b>200</b>
Св. 3 до 6	120	<b>30</b>	180	<b>40</b>	300	<b>60</b>	480	<b>100</b>	750	<b>160</b>	1200	<b>240</b>
Св. 6 до 10	150	<b>30</b>	220	<b>50</b>	360	<b>80</b>	580	<b>120</b>	900	<b>200</b>	1500	<b>300</b>
Св. 10 до 18	180	<b>40</b>	270	<b>60</b>	430	<b>90</b>	700	<b>140</b>	1100	<b>240</b>	1800	<b>380</b>
Св. 18 до 30	210	<b>50</b>	330	<b>70</b>	520	<b>120</b>	840	<b>180</b>	1300	<b>280</b>	2100	<b>440</b>
Св. 30 до 50	250	<b>50</b>	390	<b>80</b>	620	<b>140</b>	1000	<b>200</b>	1600	<b>320</b>	2500	<b>500</b>
Св. 50 до 80	300	<b>60</b>	460	<b>100</b>	740	<b>160</b>	1200	<b>240</b>	1900	<b>400</b>	3000	<b>600</b>
Св. 80 до 120	350	<b>70</b>	540	<b>120</b>	870	<b>180</b>	1400	<b>280</b>	2200	<b>440</b>	3500	<b>700</b>
Св. 120 до 180	400	<b>80</b>	630	<b>140</b>	1000	<b>200</b>	1600	<b>320</b>	2500	<b>500</b>	4000	<b>800</b>
Св. 180 до 250	460	<b>100</b>	720	<b>160</b>	1150	<b>240</b>	1850	<b>380</b>	2900	<b>600</b>	4600	<b>1000</b>
Св. 250 до 315	520	<b>120</b>	810	<b>180</b>	1300	<b>260</b>	2100	<b>440</b>	3200	<b>700</b>	5200	<b>1100</b>

Приложение В

**Предельные погрешности измерения  $\pm\Delta_{lim}$  (мкм) при измерении линейных размеров штангенинструментами**

Наименование и характеристика штангенинструмента		Предельные погрешности измерения $\pm\Delta_{lim}$ , мкм, при измерении размеров в интервалах, мм									
		0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200	200-250	250-300
Штангенциркуль	с отсчетом по нониусу <b>0,1мм</b> при измерении:										
	• валов	150	150	200	200	200	200	200	200	200	250
	• <b>отверстий</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
	с отсчетом по нониусу <b>0,05мм</b> при измерении:										
• валов	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
• <b>отверстий</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>							
Штангенглубиномер	с отсчетом по нониусу <b>0,1мм</b>	200	250	300	300	300	300	300	300	300	300
	с отсчетом по нониусу <b>0,05мм</b>	100	100	150	150	150	150	150	150	150	150
Штангенрейсмас	с отсчетом по нониусу <b>0,1мм</b>	250	300	350	350	350	350	350	350	350	400
	с отсчетом по нониусу <b>0,05мм</b>	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

**Лабораторная работа №4**  
**«Микрометрические инструменты»**

**1. Цель работы**

Изучить назначение, устройство и приобрести практические навыки измерения деталей микрометрическими инструментами (МИ).

**2. Техническое оснащение работы**

При выполнении лабораторной работы применяются:

- комплект исходных чертежей различных деталей;
- комплект реальных деталей, соответствующих исходным чертежам;
- микрометры гладкие МК 25, МК 50, МК 75 и МК 100;
- микрометр гладкий цифровой электронный МКЦ 25;
- микрометр рычажный МР 50;
- глубиномер микрометрический ГМ 100;
- нутромер микрометрический НМ 75;
- плиты поверочные (разметочные) размером 250 x 250мм;
- плакаты по теме лабораторной работы.

**3. Задание**

Измерить с помощью микрометрических инструментов пять размеров заданной детали и дать заключение о ее годности.

**4. Основные теоретические положения**

**4.1 Микрометрические инструменты**

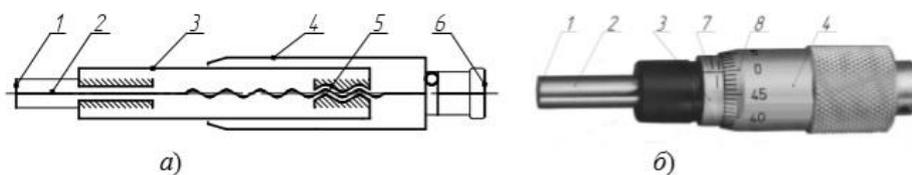
Микрометрические инструменты – это распространенные универсальные средства измерения вследствие простоты их конструкции и низкой стоимости [7]. МИ широко применяют в машиностроении, ремонтном производстве и слесарной практике для измерения линейных размеров

деталей высокой, по сравнению со штангенинструментами, точности, обычно 7-9 квалитетов.

**Отличительная особенность МИ** – наличие унифицированной микрометрической головки, основой которой является высокоточная, т.е. микрометрическая, резьбовая передача «винт – гайка»<sup>1</sup> [1]

**Принцип действия микрометрической головки** (рис. 1) основан на преобразовании вращательного движения микрометрического винта 2, установленного в неподвижную гайку 5, в поступательное перемещение измерительной пятки 1, являющейся торцевой поверхностью микровинта [4].

Использование винтовой пары в отсчетном устройстве известно ещё в 16 в., например, в пушечных прицельных механизмах (1570), позднее винт стали использовать в различных геодезических инструментах. Первый патент на самостоятельное измерительное средство (микрометр) был выдан Пальмеру в 1848 (Франция).



*а* – схема; *б* – внешний вид (без трещотки); 1-подвижная пятка; 2-винт; 3-стебель; 4-барабан; 5-гайка; 6-трещотка; 7-основная шкала; 8-дополнительная шкала.

Рисунок 1 – Микрометрическая головка

Основной несущей деталью микрометрической головки является втулка- стебель 3, с помощью которой головка устанавливается (монтируется) в корпус соответствующих МИ, рассмотренных ниже. Внутри стебля запрессована микрометрическая гайка 5 с внутренней резьбой, в которую свернут микрометрический винт 2. Другой конец микрометрического винта

жестко соединен с барабаном 4, перемещающимся по стеблю головки.

Большинство МИ имеют винт с шагом, равным 0,5мм. Поэтому поворот винта в гайке на  $360^\circ$  (один полный оборот) вызывает одновременно поворот и осевое перемещение барабана 4 относительно стебля 3 на величину шага резьбы – 0,5мм. *Для того чтобы подвижная пятка 1 переместилась в продольном направлении на 1мм, барабану, а, следовательно, и микровинту, необходимо сообщить два полных оборота.* Это обстоятельство **положено в основу построения шкал** отсчетного устройства МИ, которое имеет основную и дополнительную шкалы. *Основная шкала 7* размещается на стебле и предназначена для отсчета полных оборотов винта 2 через барабан 4, а *дополнительная шкала* нанесена на коническом скосе барабана 4 и служит для отсчета части оборота барабана 4, а, следовательно, и винта 2.

При измерении размера подвижная пятка 1 всегда контактирует с поверхностью измеряемой детали. Колебание величины измерительного усилия значительно увеличивает погрешность измерения. Для стабилизации (поддержания постоянства) измерительного усилия в измерительной головке (рис. 1) на торце барабана 4 предусматривается специальный механизм – трещотка 6. **При измерении барабан всегда вращают только за трещотку 6.** При достижении измерительным усилием заданной величины трещотка срабатывает – проворачивается с характерным звуком «щелчка», при этом вращение и перемещение микровинта 2 прекращаются. Обычно измерительное усилие МИ составляет  $7 \pm 2Н$  ( $700 \pm 200гс$ ).

Группа МИ объединяет разнообразные инструменты, из которых наиболее широкое распространение получили:

- **микрометры (МК)** различных типов, предназначенные для измерения наружных и внутренних размеров деталей;
- **глубиномеры микрометрические (ГМ)**, служащие для измерения глубин пазов, отверстий, а также высот, расстояний до буртиков или выступов;
- **нутромеры (штихмасы) микрометрические (НМ)**, предназначенные для измерения диаметра отверстий и других внутренних

размеров деталей;

**Метод измерения микрометрическими инструментами** прямой и, как правило, абсолютный контактный. Исключением являются МИ с электронно-цифровым отсчетом, которые позволяют определять размеры как абсолютным, так и относительным методами измерения.

В зависимости от величины предельной погрешности **МИ** делятся на классы 1 и 2.

#### 4.2 Отсчетное устройство микрометрических инструментов

Отсчетное устройство МИ состоит из двух шкал – основной и дополнительной, представленных на рисунке 2.

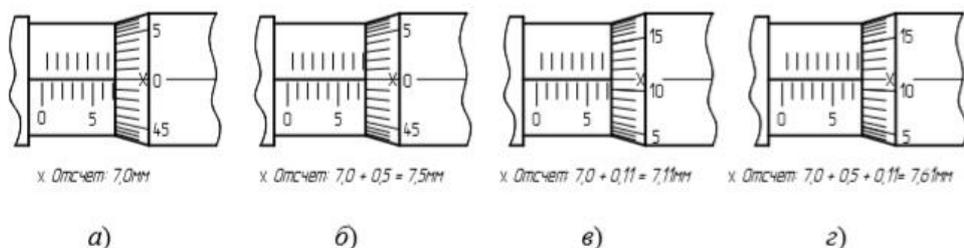


Рисунок 2 - Отсчетное устройство МИ

**Основная шкала**, выполненная на стебле, представляет собой продольную линию, с двух сторон от которой для удобства отсчета нанесены штрихи с интервалом (длиной) деления 1мм.

*Нижние штрихи* (рис. 2), соответствующие каждому пятому делению, удлинены и отмечены цифрами: 0; 5; 10; 15; 20 и 25, обозначающими целые миллиметры. *Верхние штрихи* шкалы смещены относительно нулевого штриха на 0,5мм (на величину шага микрометрического винта), в результате чего цена деления основной шкалы составляет 0,5мм. **Указателем отсчета по основной шкале** служит торец барабана, который как «шторка» открывает шкалу для чтения результатов.

При этом по нижней части шкалы отсчитывают целые миллиметры (рис. 3а), а по верхней (рис. 3б) – их половинки.



а- целое число; б- дробное число, кратное 0,5мм; в- дробное число (в пределах первого оборота барабана); г- дробное число (в пределах второго оборота барабана).

Рисунок 3 – Отсчет показаний по шкалам МИ.

**Дополнительная шкала** (рис. 2) выполнена на коническом скосе барабана и содержит 50 делений. Штрихи дополнительной шкалы, соответствующие каждому пятому делению, удлинены и отмечены цифрами: 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40 и 45, обозначающими сотые доли миллиметра. **Указателем отсчета по шкале на барабане** служит продольная линия на стебле [1].

Поворот барабана вместе с микрометрическим винтом на одно деление соответствует их перемещению в осевом направлении на величину 0,1мм. Таким образом, цена деления дополнительной шкалы «е», определяющая точность отсчета МИ в целом, составляет

$$e = \frac{P}{n} = \frac{0,5}{50} = 0,01\text{мм}$$

где  $P = 0,5\text{мм}$  – шаг резьбы микрометрического винта;

$n = 50$  – число делений шкалы на барабане.

При отсчете показаний сначала отсчитывают целое число миллиметров по нижней шкале стебля (например, 7мм согласно рис. 3, в) и прибавляют число сотых долей миллиметра, например, 11-й штрих шкалы барабана, *находящегося на первом обороте*, согласно рис. 3, в соответствует 0,11мм. Итоговый отсчет по шкалам МИ составит:  $7,0 + 0,11 = 7,11$ мм. Если при отсчете показаний торец барабана перешел за деление миллиметровой шкалы, нанесенной выше продольной линии, то это означает, что *начался второй оборот барабана* и к результату, отсчитанному по описанной методике, необходимо прибавить 0,5мм. Например, итоговый отсчет по рис. 3, г составляет  $7,0 + 0,5 + 0,11 = 7,65$ мм.

Таким образом, **отсчет измеряемого размера определяется** суммой показаний основной шкалы на стебле и шкалы на барабане, т.е. целое число миллиметров отсчитывают по нижней шкале, половины миллиметра – по верхней шкале стебля, а десятые и сотые доли миллиметра отсчитывают по делениям шкалы барабана, по штриху, совпавшему с продольной линией стебля.

**Для исключения ошибок** и однозначности отсчета результатов измерения **рекомендуется**, прежде всего, обращать внимание на положение нулевого штриха на барабане, отсчитывая его обороты [3]:

- *если первый оборот барабана полностью не завершился*, то величину 0,5мм прибавлять не следует;
- *если начался второй оборот барабана*, то к результатам отсчета необходимо прибавить 0,5мм.

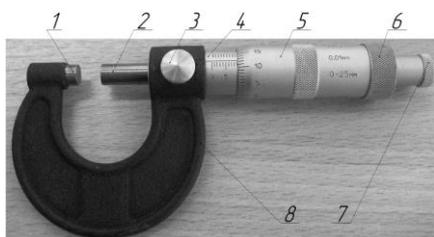
### 4.3 Микрометры

В зависимости от назначения современные микрометры выпускают различных типов:

- МК – гладкие, предназначенные для измерения наружных размеров изделий (рис. 4, а и б);
- МКЦ – гладкие, с электронным цифровым отсчетным устройством

(рис. 4, в);

- МВИ – для внутренних измерений, предназначенные для измерения внутренних размеров изделий (рис. 4, г);
- МР – рычажные, предназначенные для измерения абсолютным и относительным методами наружных размеров повышенной точности (рис. 5);
- МН – настольные со стрелочным отсчетным устройством (рис. 6), предназначенные для измерения наружных размеров малогабаритных деталей повышенной точности и небольшой жесткости, применяемых в часовой и приборостроительной промышленности;
- МЛ – листовые;
- МТ – трубные;
- МЗ – зубомерные;
- МП – для проволоки.



а)



б)



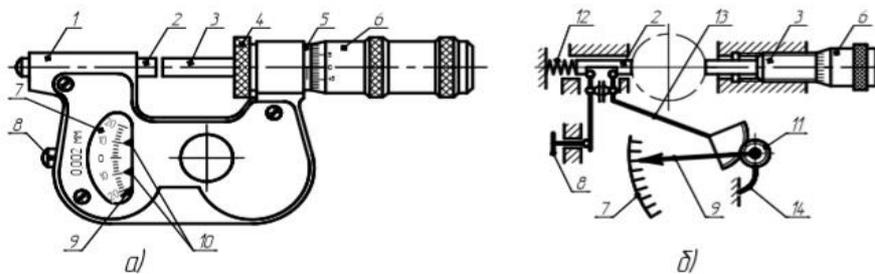
в)



г)

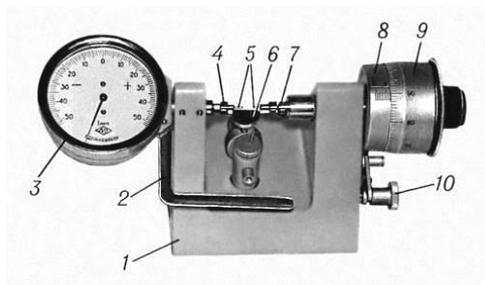
а- гладкий типа МК с диапазоном измерения 1-25 мм; б- гладкий типа МК с диапазоном измерения 125-150мм; в- гладкий типа МКЦ с цифровым отсчетом; г- для внутренних измерений типа МВИ; 1- неподвижная пятка; 2- микрометрический винт; 3- стопорное устройство; 4- стембель; 5- барабан; 6- корпус трещотки; 7- трещотка; 8- скоба.

Рисунок 4 – Типы микрометров



а- общий вид; б- схема устройства; 1- скоба; 2- подвижная пятка; 3- микрометрический винт; 4- гайка стопора; 5- стержень; 6- барабан; 7- шкала стрелочного отсчетного устройства; 8- арретир; 9- стрелка; 10- указатели отклонений; 11- зубчатое колесо; 12- пружина; 13- рычаг с зубчатым сектором; 14- пружина.

Рисунок 5 – Микрометр рычажный типа МР



1- корпус; 2- арретир; 3- отсчетное устройство; 4- измерительный стержень отсчетного устройства; 5- измерительные наконечники; 6- столик; 7- измерительный стержень микрометрической головки; 8- стержень; 9- барабан; 10- стопор.

Рисунок 6 – Настольный микрометр типа МН со стрелочным отсчетным устройством

Наиболее широкое распространение, как универсальные средства измерения общего назначения, получили гладкие микрометры типа МК (в дальнейшем просто микрометры), которые в соответствии с ГОСТ 6507-90 выпускаются со следующими диапазонами измерения: 0-25; 25-50; 50-75; 75-

100; 100-125; 125-150; 150-175; 175-200; 225-250; 250-275; 275-300; 300-400; 400-500 и 500- 600мм. Микрометры с нижним пределом 25мм и более всегда снабжаются установочной мерой для проверки и установки инструмента на нуль, как это показано на рисунке 4, б.

*Пример условного обозначения гладкого микрометра с диапазоном измерения 25-50мм 1-го класса точности:*

*Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90.*

То же, гладкого микрометра с электронным цифровым отсчетным устройством с диапазоном измерения 50-75мм:

*Микрометр МКЦ 75 ГОСТ 6507-90.*

**Конструкция гладкого микрометра** включает скобу (рис. 4, а), с одной стороны которой запрессована неподвижная пятка 1, а с другой стороны скобы - микрометрическая головка, состоящая из стебля 4 и барабана 5 в сборе с микровинтом 2 и механизмом трещотки 7. Неотъемлемой частью микрометра является *стопорное устройство* 3, которое *необходимо* для закрепления микрометрического винта 2 в нужном положении, чтобы сохранить показания микрометра при снятии его с детали и облегчить установку инструмента на нуль.

В зависимости от завода-изготовителя микрометр может иметь различное конструктивное исполнение стопорного устройства: винтовое, эксцентриковое или цанговое, которые представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 – Стопорное устройство: а- винтовое; б- эксцентриковое; в- цанговое.

Перед началом измерений микрометр следует осмотреть,

измерительные поверхности подвижной и неподвижной пятки протереть салфеткой и проверить установку микрометра на нуль.

**Методика проверки и настройки микрометра** сводится к следующему. Вращая за трещотку (рис. 8), измерительные поверхности микрометра приводят в соприкосновение с измерительными поверхностями установочной меры или непосредственно между собой (при пределах измерения 0-25мм). При правильной установке микрометра нулевой штрих барабана должен совпадать с продольной линией на стебле, а начальный штрих основной шкалы виден полностью. Торцец барабана не должен перекрывать начальный штрих шкалы стебля более чем на 0,07мм или удаляться от начального штриха более чем на 0,15мм. У начального штриха основной шкалы могут стоять цифры 0; 25; 50; 75 и т.д. в зависимости от нижнего предела измерения микрометра [7].

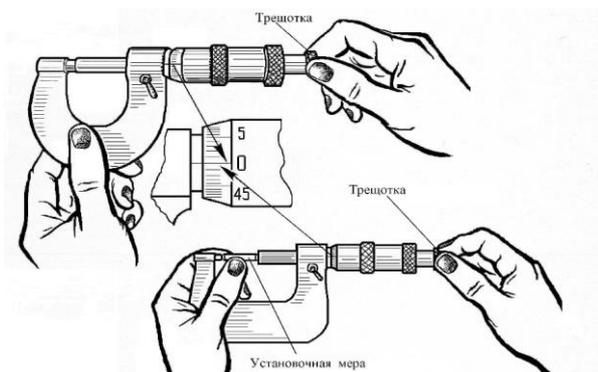


Рисунок 8 – Проверка установки микрометра на нуль

Если указанные условия не соблюдаются (нулевые штрихи не совпадают), то микрометр следует **настроить** (отрегулировать) **в следующей последовательности:**

1. Закрепляют микрометрический винт с помощью стопорного устройства при сведенных измерительных поверхностях инструмента;
2. Придерживая барабан левой рукой, как показано на рисунке 9, правой рукой отвинчивают не более чем на пол-оборота корпус трещотки

с барабана;

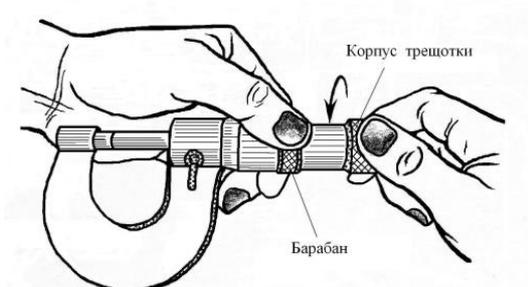


Рисунок 9 – Отвинчивание корпуса трещотки

3. Отжимают барабан в направлении трещотки, в результате чего барабан разъединяется от сцепления с микровинтом;

4. Устанавливают барабан относительно неподвижного микровинта на необходимый угол, при котором нулевой штрих на барабане совместится с продольной линией стебля, а торец барабана с начальным штрихом стебля (рис. 10);

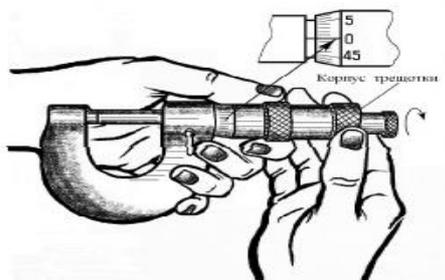


Рисунок 10 – Установка барабана и завинчивание корпуса трещотки

5. Исключая поворот барабана, завинчивают корпус трещотки на барабан до упора;

6. Освобождают стопор микровинта и, вращая за трещотку, отводят микровинт от установочной меры (или от неподвижной пятки при пределах измерения 0-25мм), а затем вторично подводят до соприкосновения с концевой мерой (или с неподвижной пяткой) и проверяют установку

микрометра на нуль;

7. Если проверка дала неудовлетворительные результаты, то регулировку микрометра повторяют.

При использовании микрометра его держат в руках (за скобу левой рукой) или устанавливают в специальном штативе (стойке).

**Процесс измерения микрометром включает следующую последовательность действий:**

- перед началом измерений микрометр устанавливают на размер немного больше измеряемого;
- микрометр осторожно подносят к измеряемому изделию и слегка прижимают неподвижную пятку к проверяемой поверхности;
- плавно вращают трещотку до тех пор, пока подвижная пятка микровинта не коснется детали;
- продолжая вращать трещотку, микрометр слегка покачивают во взаимно перпендикулярных плоскостях. Покачивание позволяет найти наименьший размер в сечении измеряемой детали и тем самым исключить погрешности, вызванные неправильным положением (перекосом) инструмента;
- стопорят микровинт и осуществляют отсчет показаний по шкалам микрометра.

**Не допускается:**

- наводить микрометр на изделие с усилием, т.к. это может вызвать изгиб скобы, смятие резьбы или повреждение измерительных поверхностей;
- вращать микровинт за барабан, т.к. при этом возникают недопустимо большие силы и повреждается микрометрическая резьба [4].

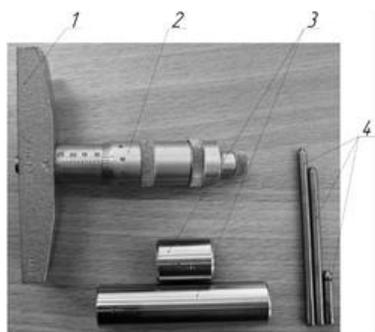
#### **4.4 Глубиномеры микрометрические**

Глубиномер микрометрический (рис. 11) представляет собой микрометрическую головку 2, запрессованную в основание 1 перпендикулярно измерительной поверхности основания [5].

В глухое отверстие, выполненное на торце микровинта, могут быть плотно вставлены сменные стержни 4, обеспечивающие измерение размеров в диапазоне 0-150мм через 25мм.

В отличие от микрометров деления основной шкалы на стебле глубиномеров нанесены в обратном порядке, т.е. от 25 до 0мм, т.к. при ввинчивании микровинта по часовой стрелке показания глубиномера возрастают [6].

Фиксирование микровинта также осуществляется стопором.



1- основание; 2- микрометрическая головка; 3- установочные меры; 4- сменные стержни.

Рисунок 11 - Глубомер микрометрический:

Установку глубиномера на нуль проверяют непосредственно на поверочной плите (рис. 12, а) или с использованием установочной меры соответствующего размера, как это представлено на рисунке 12, б.

При измерении размеров левой рукой основание глубиномера прижимают к детали, а правой – вращают трещотку до соприкосновения измерительного стержня с контролируемой поверхностью, как это показано на рисунке 13.

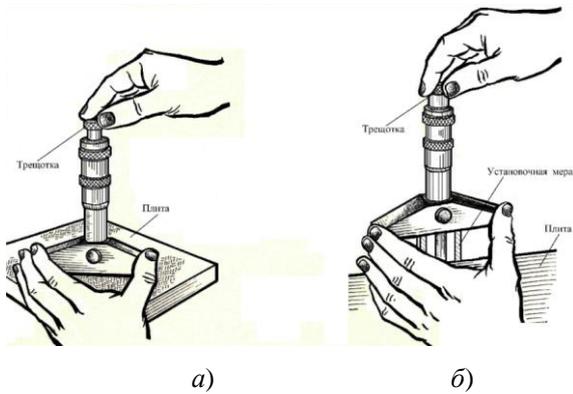


Рисунок 12 – Проверка установки микрометрического глубиномера на нуль: *а*- при пределах измерения 0-25мм; *б*- при нижнем пределе измерения 25мм и более.

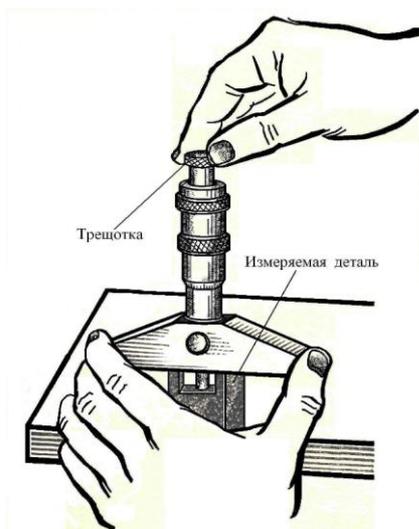


Рисунок 13 – Пример измерения глубины паза детали с помощью микрометрического глубиномера

Отсчет показаний по шкалам глубиномера осуществляют в соответствии с рисунком 14.

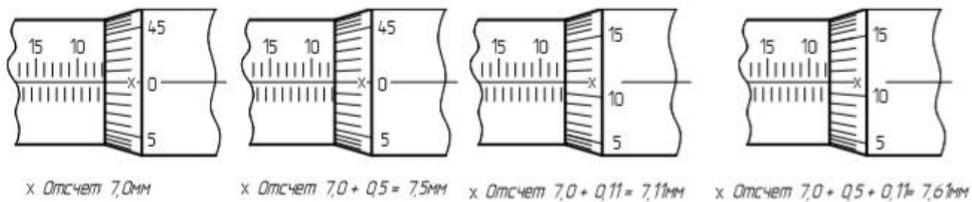


Рисунок 14 – Отсчет показаний по шкалам микрометрического  
глубиномера

Микрометрические глубиномеры выпускаются по ГОСТ 7470-92 со следующими диапазонами измерения: 0-25; 25-50; 50-100 и 100-150мм. Глубиномеры с нижним пределом измерения 25мм и более снабжаются сменными стержнями 4 и установочными мерами 3 (рис. 11), служащими для проверки и установки инструмента на нуль [7].

*Пример обозначения глубиномера микрометрического с диапазоном измерения 100-150мм 2-го класса точности:*

*Глубиномер ГМ 150-2 ГОСТ 7470-92.*

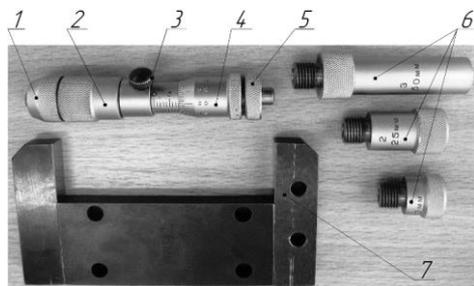
*То же, глубиномера микрометрического с электронным цифровым отсчетным устройством с диапазоном измерения 50-100мм:*

*Глубиномер ГМЦ 100 ГОСТ 7470-92.*

#### 4.5 Нутромеры микрометрические

**Нутромер микрометрический** – накладной прибор для измерения внутренних размеров с двухточечной схемой, при которой одна точка неподвижна, а вторая - подвижна при измерении. Принципиальная схема нутромера аналогична микрометрам, но он не имеет устройства для стабилизации измерительного усилия (отсутствует механизм трещотки), и измерительные поверхности не соприкасаются [3].

Нутромер микрометрический (рис. 15) имеет микрометрическую головку 2, набор сменных удлинителей б и измерительный наконечник 1.



1- измерительный наконечник; 2- микрометрическая головка; 3- стопор;  
4- барабан; 5- установочный колпачок; 6- удлинители; установочная мера.

Рисунок 15 – Нутромер микрометрический:

**Удлинители 6** свинчиваются последовательно один с другим до получения требуемого размера, их размеры: 13, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 1000 и 2000мм. Для соединения удлинителя с микрометрической головкой 2 необходимо отвернуть измерительный наконечник 1, а вместо него навернуть правый конец удлинителя. На свободный конец удлинителя с резьбой может быть навернут другой удлинитель и т.д. На свободный конец последнего удлинителя навинчивается измерительный наконечник 1 [5].

**Перед началом работы** нутромер проверяют и настраивают на нуль по установочной мере 7 (рис. 15), представляющей собой скобу с двумя взаимно параллельными поверхностями. К каждому нутромеру прилагается одна установочная мера с размером 63, 75, 150 или 350мм в соответствии с размерами микрометрической головки. Размер установочной меры обозначен на корпусе ее скобы [6].

**Процесс проверки и настройки нутромера на нуль**, представленный на рисунке 16, выполняют в следующем порядке.

1. На микрометрическую головку 2 (рис. 15) нутромера навинчивают измерительный наконечник 1, а затем вращением барабана 4 устанавливают размер головки так, чтобы она свободно вошла в скобу установочной меры 7.

2. Головку с измерительным наконечником устанавливают между измерительными поверхностями установочной меры, придерживая меру и

головку левой рукой, а правой рукой, вращая барабан головки, находят кратчайшее расстояние между поверхностями установочной меры (рис. 16).

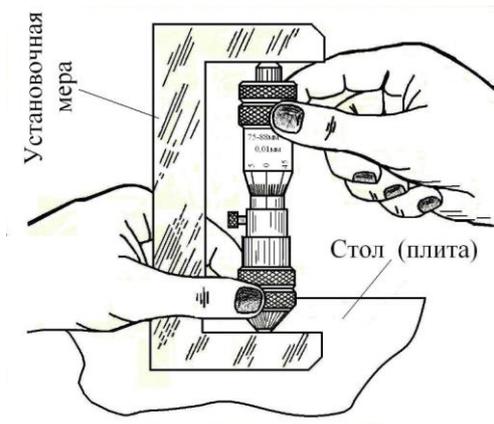


Рисунок 16 – Проверка установки нутромера на нуль

3. Застопорив микрометрический винт стопором 3 (рис. 15), вынимают головку из скобы и проверяют нулевую установку по шкалам нутромера.

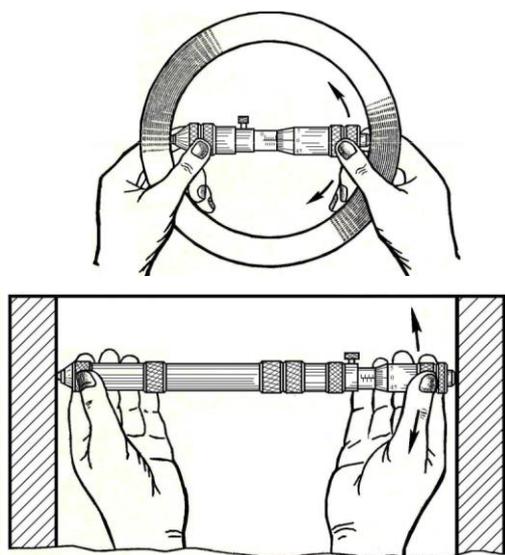
4. Если нулевая установка сбита, то её восстанавливают новой настройкой.

5. При настройке микрометрической головки на нуль отвертывают установочный колпачок 5 (рис. 15) и поворачивают освобожденный барабан 4 так, чтобы штрихи шкал совпали. В таком положении, поддерживая барабан и стембель левой рукой, правой затягивают установочный колпачок.

**После проверки и настройки** микроголовки по установочной мере рассчитывают удлинители, стремясь к наименьшему их числу при сборке. Удлинители собирают, т.е. навинчивают на головку, начиная с больших размеров [3].

В процессе измерения нутромер вводят в отверстие контролируемой детали и вращением барабана приводят измерительные наконечники в соприкосновение со стенками отверстия. Один конец нутромера упирают в поверхность измеряемого отверстия, а другой слегка покачивают (до

ощущения легкого трения поверхностей нутромера и изделия) сначала в осевом направлении, а затем в поперечном, как это показано на рисунке 17.



а)

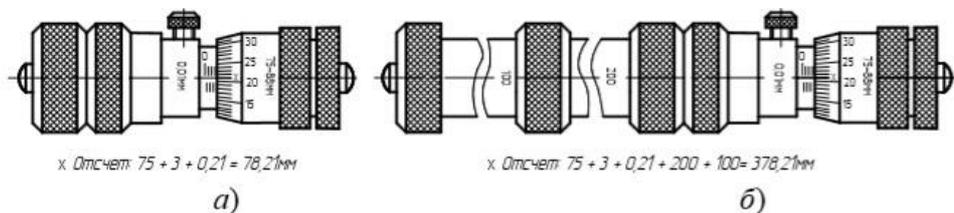
б)

а- в осевом направлении; б- в поперечном направлении.

Рисунок 17 – Покачивание нутромера при измерении внутренних размеров.

Одновременно с этим регулируют положение микрометрического винта с помощью барабана таким образом, чтобы найти в осевом направлении *наименьший размер*, а в поперечном (диаметральном) направлении – *наибольший*.

В этом положении стопорят микровинт, выводят нутромер из отверстия и отсчитывают по шкалам результат измерения, учитывая размеры удлинителей, как это представлено на рисунке 18.



а- без удлинителей; б- с удлинителями.

Рисунок 18 – Примеры отсчета показаний по шкалам нутромера

Микрометрические нутромеры выпускаются по ГОСТ 10-88 со следующими диапазонами измерения: 50-75, 75-175, 50-600, 100-1200, 150-1250, 150-1400, 150-2500, 150-3000, 600-2500, 1000-4000, 2500-6000мм.

Пример обозначения нутромера микрометрического с диапазоном измерения 50-75мм:

*Нутромер НМ 75 ГОСТ 10-88.*

## 5. Порядок выполнения работы и методические указания

1. Изучить по методическим указаниям цель работы, задание и основные теоретические положения. Особое внимание уделить:

- назначению и общей характеристике МИ;
- построению шкал и отсчету показаний по шкалам МИ, изложенным в разделе 4.2;

- устройству, проверке, настройке МИ и процессу измерения;

2. Получить у преподавателя *техническое оснащение*, необходимое для выполнения лабораторной работы.

3. Подготовить *предварительный отчет* по лабораторной работе, который должен содержать по аналогии с приложением А следующие данные:

- наименование лабораторной работы;
- конкретизированное задание на выполнение работы;
- эскиз заданной детали с указанием ее номера (шифра);
- таблица 1 - Результаты измерения детали МИ;
- таблица 2 – Метрологические показатели МИ, применяемых при

измерении детали.

4. *Выбрать* по чертежу или эскизу детали *пять* любых *размеров*, намеченных для измерения, и записать их обозначения в таблицу А.1.

5. Для каждого из намеченных для измерения размеров детали *определить и записать* в таблицу А.1:

- величину допуска в микрометрах, равную алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями размера;
- значение допускаемой погрешности измерения «□», выбираемой по приложению Б;
- обозначение выбранного инструмента, при выборе которого *должно соблюдаться условие*

$$\Delta_{lim} \leq \square,$$

где  $\Delta_{lim}$  – предельная погрешность инструмента, выбираемая по приложению В.

- величину предельной погрешности выбранного инструмента;
- значения предельных размеров – наибольшего и наименьшего допустимого размера детали в миллиметрах.

6. *Определить* измерением *величину действительного размера* детали и результат записать в таблицу А.1.

7. Записать в таблицу А.1 *заключение о годности* каждого измеренного *размера детали*, учитывая, что размер признается годным, если соблюдается условие

$$D_{min} (d_{min}) \leq D_{\partial} (d_{\partial}) \leq D_{max} (d_{max}),$$

где  $D_{\partial} (d_{\partial})$  – действительный размер отверстия (вала),

$D_{min} (d_{min})$  и  $D_{max} (d_{max})$  – наименьший и наибольший предельные размеры отверстия (вала).

Если указанное условие не соблюдается, то размер признается бракованным. Различают брак исправимый и неисправимый.

8. *Заполнить таблицу А.2*, занося туда основные метрологические показатели каждого МИ, который применялся при измерении.

9. Проанализировать результаты измерения детали и дать заключение о ее годности в виде вывода по выполненной работе.

*Деталь признается годной, если все ее размеры вписываются в установленные границы соответствующих допусков. В противном случае - деталь считается бракованной. При наличии брака его необходимо обоснованно конкретизировать – на каких размерах и почему «брак исправимый» или «брак неисправимый».*

10. Привести рабочее место и инструмент в порядок, сдать преподавателю полученное техническое и методическое обеспечение.

11. Отчет о выполненной работе представить преподавателю.

## **6. Содержание отчёта**

Отчёт по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. наименование работы;
2. задание на выполнение работы;
3. эскиз заданной детали;
4. результаты измерения детали;
5. метрологическая характеристика применяемого инструмента;
6. выводы, вытекающие из анализа результатов измерения детали.

Пример оформления отчета по лабораторной работе представлен в приложении А.

## **7. Контрольные вопросы**

1. Почему МИ являются наиболее распространенными средствами измерения?
2. Почему МИ относят к числу универсальных средств измерения?
3. Где и с какой целью применяют МИ?
4. Что можно отнести к отличительным особенностям МИ?
5. В чем заключается принцип действия микрометрической головки?
6. Что положено в основу построения шкал отсчетного устройства МИ?

7. Для чего предназначена и где располагается основная шкала МИ?
8. Для чего предназначена и где располагается дополнительная шкала?
9. В чем заключается принцип построения дополнительной шкалы МИ?
10. Какие инструменты относят к группе МИ?
11. Какие методы измерения реализуют МИ?
12. От чего зависит точность отсчета любого МИ?
13. Что понимают под точностью инструмента в целом?
14. Что представляет собой точность отсчета МИ?
15. Как определяется цена деления основной шкалы МИ?
16. Как определяется цена деления дополнительной шкалы МИ?
17. Как отсчитывается целое число миллиметров при измерении?
18. Как отсчитываются доли миллиметра при измерении размеров МИ?
19. Как определяется результат измерения размеров МИ?
20. Что служит указателем отсчета по основной шкале МИ?
21. Что служит указателем отсчета по дополнительной шкале МИ?
22. Для чего предназначены микрометры (глубиномеры, нутромеры)?
23. Какие конструктивные типы микрометров вам известны?
24. Для чего предназначено стопорное устройство МИ?
25. Для чего предназначена трещотка в микрометрах?
26. Какие размеры можно измерить микрометрами типа МК?
27. Как обозначают микрометры (глубиномеры, нутромеры) в соответствии с требованиями стандарта?
28. В чем заключается методика и последовательность проверки микрометра (глубиномера, нутромера)?
29. В чем заключается методика и последовательность настройки микрометра (глубиномера, нутромера) на нуль?
30. В чем заключается отличие настройки микрометра МК 25 от МК

100?

31. Какую последовательность действий включает в себя процесс измерения микрометром (глубиномером, нутромером)?

32. В чем заключается конструктивная особенность микрометрических глубиномеров?

33. Поясните устройство микрометра (глубиномера, нутромера).

34. Какие виды МИ различают в зависимости от конструкции отсчетного устройства?

35. Как убедиться в исправности микрометра (глубиномера, нутромера)? 36. Какие требования необходимо соблюдать при измерении размеров

микрометром (глубиномером, нутромером)?

37. Как достигается нормальное измерительное усилие при измерении микрометром (глубиномером, нутромером)?

38. Чем конструктивно отличается глубиномер от нутромера?

39. Чем отличается построение шкал глубиномера от микрометра?

40. Какие поверхности микрометра (глубиномера, нутромера) являются измерительными?

41. Для чего в глубиномерах применяются сменные стержни, а в нутромерах – удлинители?

42. Для чего при измерении диаметров отверстий нутромерами их слегка покачивают?

43. В чем заключается особенность отсчета результатов измерения глубиномерами и нутромерами в отличие от микрометров?

44. Какие показатели определяют основную метрологическую характеристику МИ?

45. Как выбирается конкретный МИ в зависимости от точности измеряемого размера?

46. Как определяется годность измеренного размера детали? 47. В чем заключается условие годности размера

детали?

48. В чем заключается условие годности измеренной детали?

49. От чего зависит допускаемая погрешность измерения размера?

50. От чего зависит предельная погрешность инструмента?

Приложение А  
(рекомендуемое)

**Пример оформления отчета по лабораторной работе**

*Лабораторная работа № 4 – Микрометрические инструменты*

**Задание:** Измерить с помощью МИ пять размеров заданной детали МИ-25 и дать заключение о ее годности.

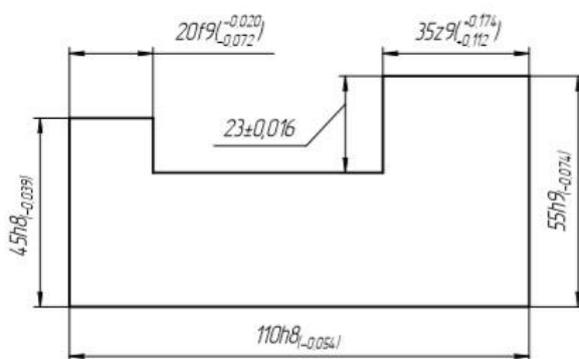


Рисунок А.1 – Эскиз детали МИ-25

Таблица А.1 – Результаты измерения детали микрометрическим инструментом

Определяемые параметры	Обозначения измеряемых размеров детали					
	20f9(-0,020/-0,072)	23±0,016	35z9(+0,174/+0,112)	45h8(-0,039/)	110h8(-0,054/)	
Допуск размера, мкм	52	32	62	39	54	
Допускаемая погрешность измерения, δ, мкм	12	8	16	10	12	
Обозначение выбранного инструмента	Микрометр МК 25-2 ГОСТ 6507	Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470	Микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 125-2 ГОСТ 6507	
Предельная погрешность инструмента, ± Δlim, мкм	4	4	4	4	5	
Предельные размеры детали, мм	max	19,98	23,016	35,174	45,0	110,0
	min	19,928	22,984	35,112	44,961	109,946
Действительный размер детали, мм	20,13	22,94	35,15	44,98	110,15	
Заключение о годности размера детали	<b>Брак</b> исправимый	<b>Брак</b> неисправимый	<b>Годный</b>	<b>Годный</b>	<b>Брак</b> исправимый	

Продолжение приложения А

Таблица А.2 – Метрологические показатели МИ, применяемых при измерении детали

Метрологические показатели инструмента	Обозначение инструмента, применяемого при измерении детали			
	Микрометр МК 25-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 125-2 ГОСТ 6507	Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470
Пределы измерения, мм	0-25	25-50	100-125	0-25
Цена деления основной шкалы, мм	0,5	0,5	0,5	0,5
Цена деления дополнительной шкалы, мм	0,01	0,01	0,01	0,01
Предельная погрешность инструмента,	4	4	5	4

**ВЫВОД:** В результате выполненной работы деталь МИ-25 следует признать бракованной, потому что три ее размера выходят за установленные границы допуска, а именно:

- наружный размер  $20f9\begin{smallmatrix} -0,020 \\ -0,072 \end{smallmatrix}$  имеет *брак исправимый*, т.к.

действительный размер  $d_d = 20,13\text{мм} > d_{\text{max}} = 19,98\text{мм}$ ;

- размер  $23\pm 0,016$  имеет *брак неисправимый*, т.к. действительный размер  $d_d = 22,94\text{мм} < d_{\text{min}} = 22,984\text{мм}$ ;

- наружный размер  $110h8(-0,054)$  имеет *брак исправимый*, т.к. действительный размер  $d_d = 110,15\text{мм} > d_{\text{max}} = 110,0\text{мм}$ .

Приложение Б

Допускаемые погрешности измерения «□», мкм (ГОСТ 8.051-81)

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	7		8		9		10		11		12	
	Допуски размеров по квалитетам <i>IT</i> и допускаемые погрешности измерения $\delta$ в мкм											
	<i>IT 7</i>	$\delta$	<i>IT 8</i>	$\delta$	<i>IT 9</i>	$\delta$	<i>IT 10</i>	$\delta$	<i>IT 11</i>	$\delta$	<i>IT 12</i>	$\delta$
До 3	10	3	14	3	25	6	40	8	60	12	100	20
Св. 3 до 6	12	3	18	4	30	8	48	10	75	16	120	30
Св. 6 до 10	15	4	22	5	36	9	58	12	90	18	150	30
Св. 10 до 18	18	5	27	7	43	10	70	14	110	30	180	40
Св. 18 до 30	21	6	33	8	52	12	84	18	130	30	210	50
Св. 30 до 50	25	7	39	10	62	16	100	20	160	40	250	50
Св. 50 до 80	30	9	46	12	74	18	120	30	190	40	300	60
Св. 80 до 120	35	10	54	12	87	20	140	30	220	50	350	70
Св. 120 до 180	40	12	63	16	100	30	160	40	250	50	400	80
Св. 180 до 250	46	12	72	18	115	30	185	40	290	60	460	100
Св. 250 до 315	52	14	81	20	130	30	210	50	320	70	520	120

Приложение В

**Предельные погрешности измерения  $\pm\Delta_{lim}$  (мкм) при измерении линейных размеров МИ**

Наименование и характеристика микрометрического инструмента		Предельные погрешности измерения $\pm\Delta_{lim}$ , мкм, при измерении размеров в интервалах,								
		0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200	200-250
<b>Микрометры</b> гладкие типа МК (ГОСТ)	Класс точности 1	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	4
	<i>Класс точности 2</i>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Глубиномеры</b> типа ГМ (ГОСТ 7470-92)	Класс точности 1	2	3	3	3	4	4	--	--	--
	<i>Класс точности 2</i>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Нутромеры</b> типа НМ (ГОСТ)	---	---	---	3				6		

*Лабораторная работа №5*  
**«Измерения индикаторными нутромерами»**

### **1. Цель работы**

Изучить назначение, устройство, порядок настройки и применения индикаторных нутромеров.

### **2. Техническое оснащение работы**

При выполнении лабораторной работы применяются:

- Нутромеры индикаторные;
- Наборы плоскопараллельных концевых мер длины и принадлежностей к ним;
- Микрометры гладкие типа МК 75-100, закрепленные на стойке;
- Штангенциркули ШЦ-I или ШЦ-II;
- Детали для измерения – гильзы двигателей внутреннего сгорания;
- Плакаты по теме лабораторной работы.

### **3. Задание**

Измерить отверстие гильзы двигателя внутреннего сгорания и дать заключение о годности детали исходя из условия, что отклонения формы отверстия не должны превышать 0,02мм.

### **4. Основные теоретические положения**

В настоящей работе исследуется точность формы отверстия гильзы. Поэтому возникает необходимость иметь четкое представление о нормировании отклонений формы цилиндрических поверхностей.

#### **4.1 Отклонения формы цилиндрических поверхностей**

Подавляющее большинство деталей машин представляет собой сочетание простейших геометрических поверхностей. В основном это

цилиндрические (~70%) и плоские (~12%), поверхности, значительно реже – конические, сферические, резьбовые и др. Получить идеальную форму поверхностей в процессе изготовления деталей невозможно из-за погрешностей станка, деформаций станка, инструмента и обрабатываемой детали, неравномерности припуска на обработку, неоднородности материала и т.д.

В то же время искажение формы поверхностей приводит к снижению эксплуатационных свойств деталей машин. Так, *в подвижных соединениях* отклонение от правильной формы приводит к неплавности перемещений детали, быстрому её износу из-за контакта по ограниченной поверхности. *В неподвижных соединениях* искажение формы приводит к неравномерности натягов в соединениях, из-за чего снижается их прочность, герметичность и точность центрирования. Все сказанное вызвало необходимость ввести отдельное нормирование (установить требования) по допускаемым искажениям формы, и этот параметр получил название отклонение формы [2].

*Отклонением формы* называется отклонение формы реальной (истинной) поверхности или реального (истинного) профиля от формы номинальной (идеальной) поверхности или номинального (идеального) профиля [7].

*Профилем* называется линия пересечения поверхности плоскостью или с заданной поверхностью. Если в технической документации не указано по-другому, то направление секущей плоскости определяется по перпендикуляру к поверхности [2].

Для оценки отклонений формы применяют *два вида показателей* - комплексные и частные (дифференцированные или элементные) [1].

*Комплексными* показателями формы являются отклонения, используемые для характеристики работы детали в условиях эксплуатации. Во всем мире нормируется (в виде допусков) пять видов комплексных отклонений формы, представленных в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Виды отклонений формы и знаки, используемые для условного обозначения допуска

Вид отклонения формы и обозначение допуска по ГОСТ 24642-81	Определение параметра	Условный знак допуска формы
Отклонение от прямолинейности, TFL	Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка	—
Отклонение от плоскостности, TFE	Наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка	
Отклонение от цилиндричности, TFZ	Наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка	
Отклонение от круглости, TFK	Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности	○
Отклонение профиля продольного сечения, TFP	Наибольшее расстояние от точек, образующих реальную поверхность и лежащих в плоскости, проходящей через её ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля в пределах нормируемого участка	≡

Последние три показателя, представленные в таблице 1, относятся только к цилиндрическим поверхностям – внутренним и наружным. При этом отклонение от цилиндричности является обобщающим (общим) комплексным показателем отклонения формы цилиндрической поверхности. Два других вида отклонений формы – отклонение от круглости и отклонение профиля продольного сечения, представляют собой как бы разделенные, также комплексные показатели отклонения от цилиндричности, получаемые в результате *поперечного сечения* (плоскостью перпендикулярной оси) и *продольного сечения* (плоскостью, проходящей через ось) цилиндрической поверхности (рисунок 1).

Комплексные показатели задаются в основном нормативными документами. На практике, однако, ими пользуются редко, т.к. в производственных условиях сложно установить их величину, а главное, отклонение позволяет оценить лишь работоспособность детали и не дает никакой информации о причинах брака, что затрудняет корректировку технологического процесса с целью повышения качества продукции.

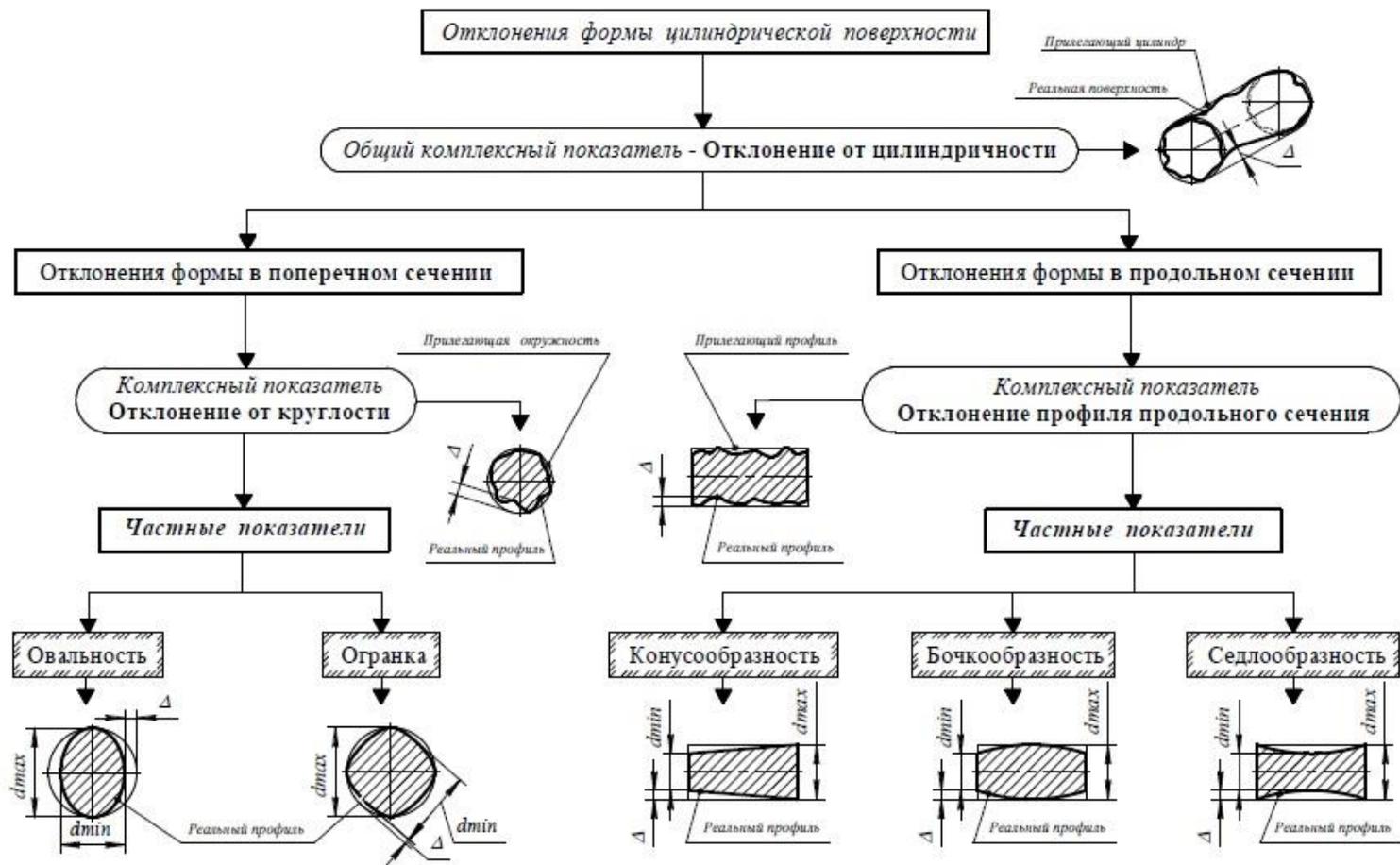


Рисунок 1 - Виды отклонений формы цилиндрических поверхностей

*Частными показателями* отклонений формы являются отклонения определенной геометрической формы (например, овальность, огранка, конусообразность, бочкообразность и седлообразность, представленные на рисунке 1) [5].

*Необходимо усвоить*, что это не другие виды отклонений формы, помимо перечисленных в таблице 1, а частные проявления комплексного показателя. Например, в поперечном сечении отклонения от круглости могут быть любой формы и, в частности, в виде овальности и огранки. Вот эти искажения реального профиля и являются частными видами комплексного показателя – «отклонение от круглости».

Частные показатели отклонений формы обычно проще измерять, и они обеспечены необходимыми методами и средствами измерения и более доступны для практического использования, чем комплексные.

У цилиндрических поверхностей деталей машин *различают следующие виды частных показателей отклонений формы*, представленные на рисунке 1:

- *Овальность* – отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший  $d_{max}$  и наименьший  $d_{min}$  диаметры которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях [7].

Причинами появления овальности являются овальность заготовки, овальность опорных поверхностей шпинделя станка, упругие деформации детали при её закреплении на станке или при сборке [6].

- *Огранка* – отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой многогранную фигуру (с четным или нечетным числом граней) [7].

Появление огранки зависит от способа закрепления обрабатываемой детали на станке, способа обработки и от режимов резания. Особенно часто огранка возникает при бесцентровом шлифовании вследствие проскальзывания детали в процессе обработки (из-за неправильной заправки подающего круга).

- *Конусообразность* – отклонение профиля продольного сечения, при

котором образующие цилиндрической поверхности прямолинейны, но не параллельны [7].

Конусообразность появляется из-за отклонений от параллельности в станке направляющих и линии центров в горизонтальной плоскости, извернутости направляющих станины станка, износа и температурных деформаций инструмента и т.д [6].

- *Бочкообразность* – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие имеют выпуклость, а диаметры увеличиваются от краев к середине сечения [7].

Бочкообразность появляется при обработке нежестких деталей на токарных или шлифовальных станках из-за упругих деформаций от сил резания [5].

- *Седлообразность* – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие имеют вогнутость, а диаметры уменьшаются от краев к середине сечения [7].

Седлообразность появляется при обработке жестких деталей на изношенном станке, когда недостаточна жесткость передней и задней бабки, а также из-за отклонений от параллельности в станке направляющих и линии центров в вертикальной плоскости [5].

Частные показатели отклонений формы *не имеют своего условного обозначения*, но такие требования должны указываться на чертеже текстом, если они важны для эксплуатационных условий работы детали. Например, «*Допуск овальности поверхности А 0,02мм*». При этом допуски для частных видов отклонений принимаются как по нормам комплексных показателей, поскольку это и есть отклонение от цилиндричности, но имеет характерный (частный) вид [2].

*Следует обратить внимание*, что для количественной оценки всех частных видов отклонений формы цилиндрических поверхностей принимается полуразность максимального  $d_{max}$  и минимального  $d_{min}$  диаметра, т.е.

$$\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}. \quad (1)$$

Рассмотренные частные показатели легко выявляются при измерении диаметра детали в нескольких сечениях по длине – обычно в трёх поперечных (в середине и вблизи от краев нормируемого участка) и двух взаимно перпендикулярных продольных (осевых) сечениях.

Для измерения в деталях диаметральных размеров отверстий широко применяются универсальные средства измерения – нутромеры.

Существует большое разнообразие конструкций нутромеров, которые можно разделить на две группы – микрометрические и индикаторные.

*Микрометрическим нутромером* называется накладной прибор для измерения внутренних размеров с двухточечной схемой измерения, в котором перемещение одной из точек определяется с помощью резьбовой пары «винт-гайка» [7]. Принципиальная схема этого нутромера аналогична микрометрам, но он не имеет устройства для стабилизации измерительного усилия.

*Нутромер индикаторный (НИ)* – это накладной прибор для измерения внутренних размеров, в котором перемещение измерительного наконечника определяется с помощью стрелочной измерительной головки – индикатора [1].

Индикаторные приборы по точности измерения и удобству использования значительно превосходят микрометрические нутромеры. Поэтому НИ получили более широкое распространение для определения диаметра отверстий, изготовленных по 7-8-му квалитетам и грубее [2].

#### **4.2 Индикаторы – измерительные головки**

*Под измерительными головками* принято понимать механические отсчетные устройства, преобразующие малые перемещения измерительного наконечника в большие перемещения стрелки, по которой отсчитываются величины перемещения наконечника [4].

В качестве отдельного (самостоятельного) прибора эти головки использоваться не могут, т.к. у индикатора лишь одна измерительная

поверхность - конец измерительного стержня. Поэтому измерять индикатором можно только в сочетании с другими приборами и приспособлениями.

*По конструкции различают* измерительные головки с зубчатым, с рычажно-зубчатым и с рычажно-пружинным механизмом [2]. Наиболее часто применяются измерительные головки с зубчатым механизмом – это так называемые индикаторы часового типа.

Отечественная промышленность выпускает три типа таких индикаторов: ИЧ-2, ИЧ-5 и ИЧ-10 с точностью отсчета 0,01мм. Цифра в обозначении типа прибора указывает верхний предел измерений в миллиметрах.

На рисунке 2 представлен общий вид и схема индикатора часового типа, имеющего две шкалы:

- *Основную (малую) шкалу 1* со стрелкой 2, которые предназначены для отсчета целых миллиметров. На шкале может быть выполнено 5 или 10 делений, цена деления 1мм, диапазон показаний по шкале 0-5 или 0-10мм.
- *Дополнительную (большую) шкалу 3* с большой стрелкой 4, отсчитывающей сотые доли миллиметра, цена деления 0,01мм, диапазон показаний по шкале 0-1мм.

Зубчатая рейка, нарезанная на измерительном стержне 6, находится в зацеплении с зубчатым колесом 12, на оси которого жестко закреплено колесо 11. Зубчатое колесо 11 находится в зацеплении с колесом 13, на оси которого неподвижно закреплена стрелка 4. Линейное перемещение измерительного стержня вызывает поворот зубчатых колес 12 и 14.

Зубчатое колесо 11 вращает колесо 13 и одновременно большую стрелку индикатора. Полный оборот стрелки 4 соответствует перемещению измерительного стержня на 1 мм.

С зубчатым колесом 13 находится в зацеплении еще и колесо 14, к оси которого присоединена спиральная пружина 15. Другой конец пружины прикреплен к корпусу головки. Пружина 15 и зубчатое колесо 14 обеспечивают работу передачи на одной стороне профиля зуба, благодаря чему выбираются боковые зазоры между зубьями колес 11, 13 и 14. Этим уничтожается

погрешность мертвого хода. Пружина 10 удерживает измерительный стержень в крайнем положении.

С корпусом индикатора подвижно соединен ободок 9, который связан со шкалой 3. Шкала вместе с рифленным ободком 9 может поворачиваться относительно корпуса головки и, таким образом, любое деление шкалы может быть совмещено с концом большой стрелки 4. Именно эта возможность позволяет настроить большую шкалу прибора на ноль.

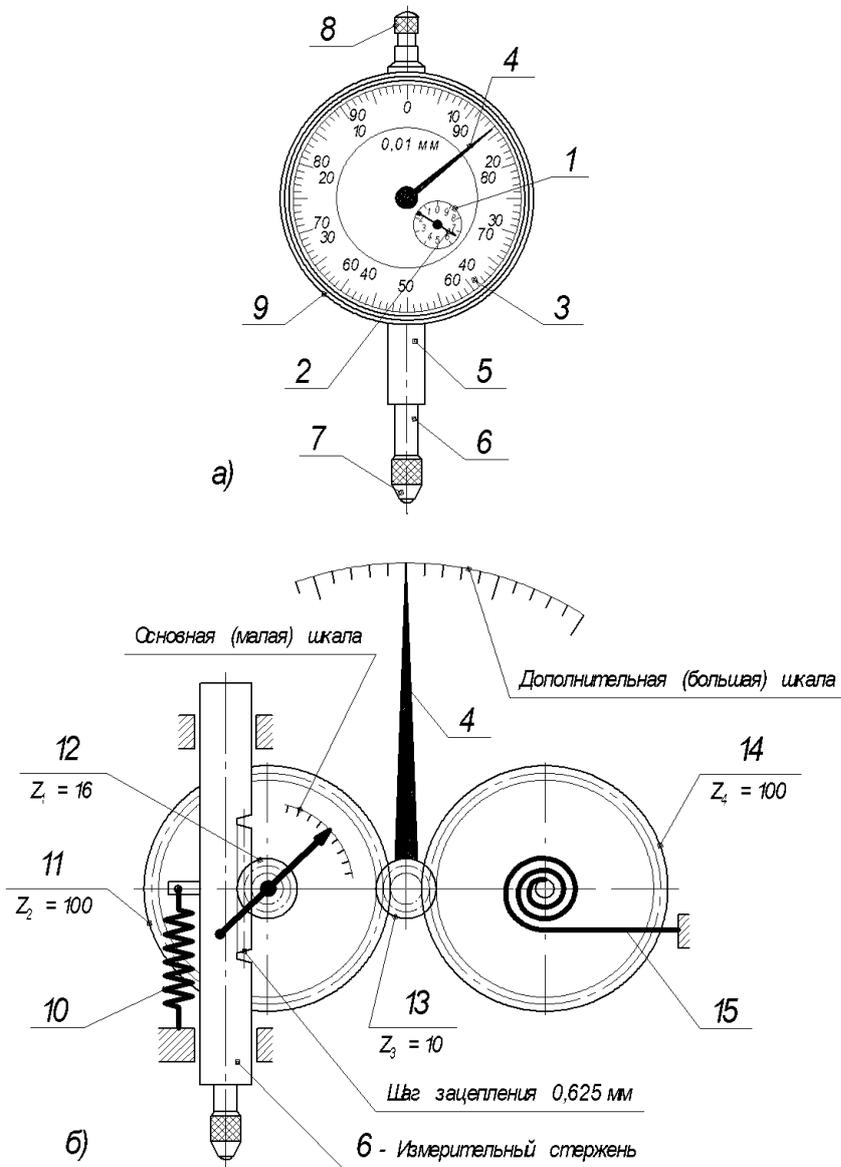
Для определения целых оборотов большой стрелки 4 имеется малая стрелка 2 со своим циферблатом (малой шкалой) 1.

*Чтение показаний индикатора осуществляется следующим образом:*

- *При подъеме измерительного стержня (прямой ход, когда большая стрелка перемещается в направлении «часовой стрелки») показания читают по наружным (черного цвета) цифрам большой шкалы.*

- *При опускании измерительного стержня (обратный ход, когда большая стрелка перемещается в направлении «против часовой стрелки») показания читают по внутренним (красного цвета) цифрам большой шкалы.*

Измерительный стержень 6 перемещается в направляющей гильзе 5, которая служит также для крепления индикатора к измерительным и контрольным приспособлениям и, в частности, к корпусу индикаторного нутромера.



1 - основная (малая) шкала; 2 - малая стрелка; 3 - дополнительная (большая) шкала; 4 - большая стрелка; 5 - гильза; 6 - измерительный стержень; 7 - наконечник; 8 - головка измерительного стержня; 9 - ободок; 10 - возвратная пружина; 11, 12, 13 и 14 - зубчатые колеса; 15 - спиральная пружина.

Рисунок 2 – Общий вид (а) и схема (б) индикатора часового типа

### 4.3 Индикаторные нутромеры

НИ предназначены для измерения диаметров отверстий и внутренних размеров (7-8-го квалитетов и грубее) в диапазоне от 3 до 1000мм относительным методом. Глубина измерения - от 100 до 500мм.

В зависимости от диапазона измерения отечественная промышленность выпускает НИ со следующими механизмами передачи измерительных перемещений:

- *Цанговые НИ*, которые изготавливают двух типов:

для размеров от 6 до 10 мм;

для размеров от 10 до 18 мм.

- *НИ с клиновой передачей*, изготавливаемых также двух типоразмеров:

для размеров от 6 до 10 мм;

для размеров от 10 до 18 мм;

- *НИ с рычажной передачей*, изготавливаемых семи типоразмеров:

для размеров от 6 до 10 мм;

для размеров от 10 до 18 мм;

для размеров от 18 до 50 мм;

для размеров от 50 до 100 мм;

для размеров от 100 до 160 мм;

для размеров от 160 до 250 мм;

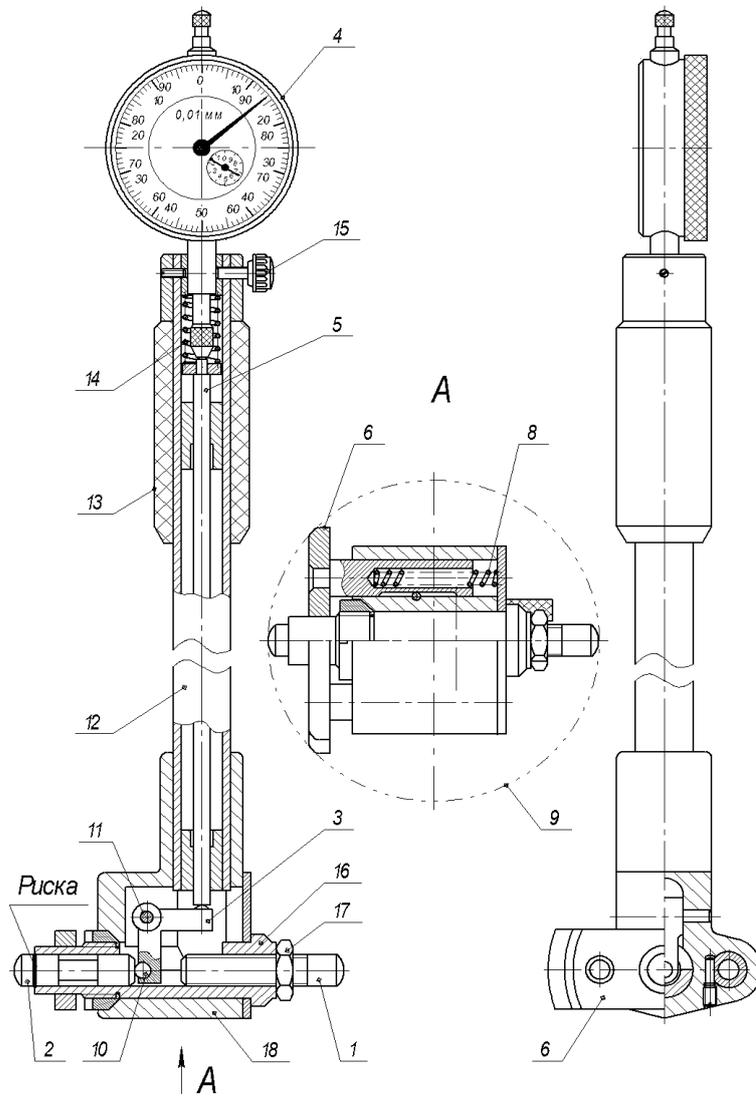
для размеров от 250 до 450 мм

*НИ с прямой передачей* выпускают двух типоразмеров:

для размеров от 450 до 750 мм;

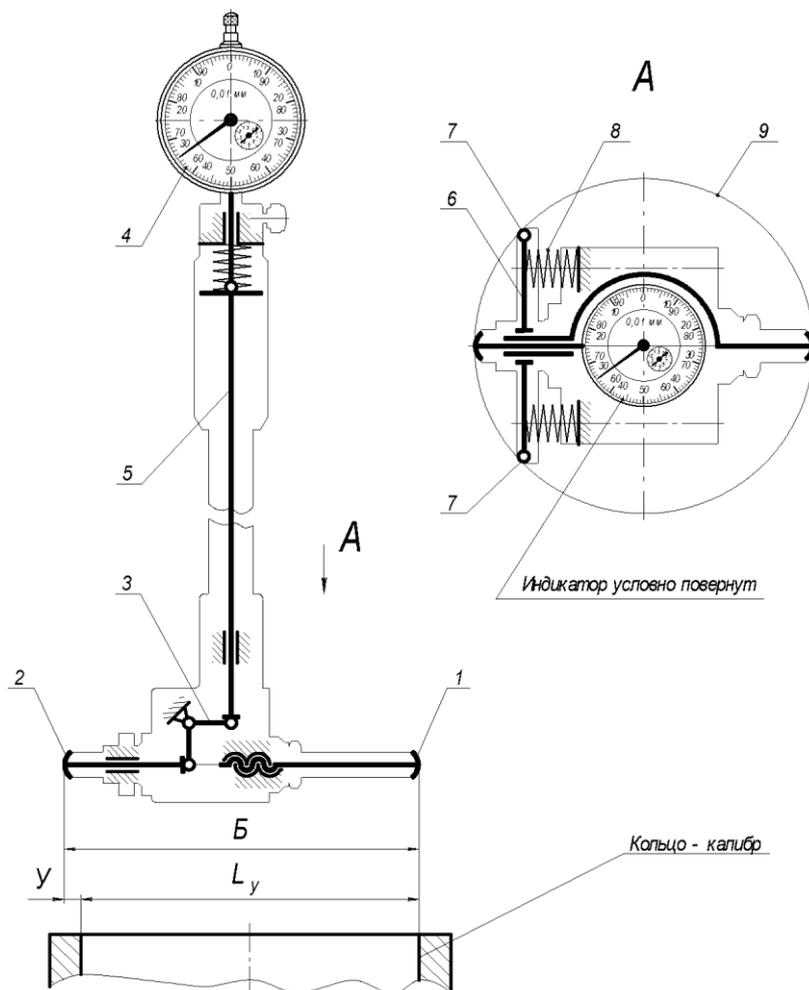
для размеров от 700 до 1000 мм;

Наиболее широкое распространение получили индикаторные нутромеры с рычажной передачей, конструкция которых представлена на рисунке 3, а принципиальная схема НИ – на рисунке 4.



1 – неподвижный (сменный) стержень; 2 – подвижный стержень; 3 – двуплечий рычаг; 4 – индикатор; 5 – шток; 6 – центрирующая планка; 8 – пружина; 9 – контур отверстия детали; 10 – шарик; 11 – ось; 12 – трубка; 13 – термоизоляционная ручка; 14 – пружина; 15 - стопорный винт; 16 – втулка; 17 – контргайка; 18 - корпус.

Рисунок 3 – Индикаторный нутромер с рычажной передачей



1 – неподвижный (сменный) стержень; 2 – подвижный стержень; 3 – двуплечий рычаг; 4 – индикатор; 5 – шток; 6 – центрирующая планка; 8 – пружина; 9 – деталь.

Рисунок 4 – Схема индикаторного нутромера с рычажной передачей

Измерительный узел этих НИ состоит из двух стержней, из которых один 1 в процессе измерения неподвижен, а другой 2 перемещается по направляющим скольжения. Перемещение подвижного стержня 2 через двуплечий рычаг 3 передается на шток 5, а через него – на индикатор 4.

Для установки НИ в плоскости, проходящей через ось измеряемого отверстия, предусмотрено специальное устройство, называемое «центрирующим устройством». Оно представляет собой центрирующую планку («центрирующий мостик») 6 со скругленными концами 7, с помощью которых планка контактирует с измеряемой деталью, т.е. под действием пружин 8 планка прижимается к детали 9.

Таким образом, при введении НИ в отверстие он оказывается забазированным внутри цилиндра, как это представлено на рисунке 4, с помощью трех точек – две точки 7 центрирующего устройства и одна точка неподвижного стержня 1. Эти точки образуют вершины равнобедренного треугольника, а линия измерения совпадает по направлению с высотой этого треугольника.

Погрешность измерения НИ зависит от погрешности нутромера, погрешности его настройки и температурных деформаций. Последняя особенно бывает большой, когда НИ при работе держат не за термоизоляционную ручку 13 (рисунок 3) и нагревают прибор теплом руки.

#### **4.4 Настройка и процесс измерения индикаторным нутромером**

НИ реализуют *относительный метод измерения*, при котором определяется только отклонение измеряемой величины от заранее известного размера меры или образца. Поэтому все приборы для относительных измерений всегда требуют предварительной настройки на *установочный размер  $L_u$* , относительно которого будут определяться отклонения в процессе измерения .

В зависимости от измеряемой величины НИ можно настраивать различными методами. Их можно настраивать для определения:

- *Отклонений от заданного размера*. Этот метод обычно используется при изготовлении или восстановлении деталей, размеры которых должны находиться в границах заданного допуска.
- *Отклонений от предписанной геометрической формы* измеряемого изделия.

- *Действительных размеров* в процессе изготовления или дефектации деталей, или разовых измерений, когда размеры заранее не известны. Этот метод занимает по объему измерений ведущее место в ремонтной практике и поэтому применяется в настоящей лабораторной работе.

Обязательным условием для любого метода *настройки НИ* является создание в измерительной системе предварительного «натяга». Необходимую величину натяга  $u$  создают перемещением (закручиванием или выкручиванием по резьбе) неподвижного (сменного) стержня 1 (рисунок 4). При этом базовый размер  $B$  - расстояние между концом подвижного стержня 2 в свободном (без натяга) состоянии и концом неподвижного стержня 1, задается больше установочного размера  $L_u$  на величину предварительного натяга  $u$ . *Натяг необходим для того, чтобы в процессе измерения НИ мог показывать, как отрицательные, так и положительные отклонения от установочного размера [4].*

Для воспроизведения установочного размера  $L_u$  при настройке НИ могут применяться, как это показано на рисунке 5:

а – Установочное аттестованное кольцо-калибр.

б – Блок концевых мер с боковиками, закрепленными в струбцине.

в – Гладкий микрометр, закрепленный на стойке.

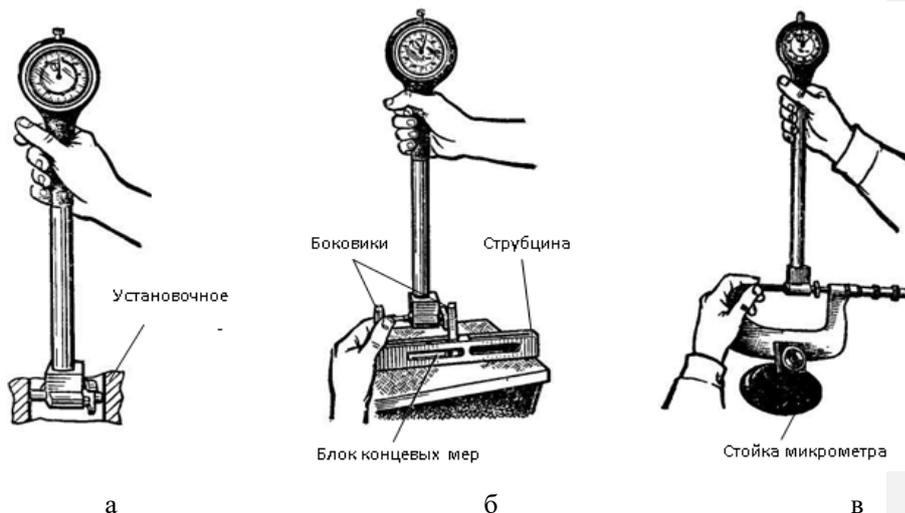


Рисунок 5 – Способы настройки индикаторного нутромера

**Настройка НИ** выполняется в следующем порядке:

1. Определяют необходимую величину установочного размера  $L_u$ , на который требуется настроить НИ. Часто за величину  $L_u$  принимают номинальный размер, если известно его значение.

2. Составляют блок концевых мер для требуемой величины установочного размера  $L_u$  и закрепляют его в струбцине с боковиками. В отдельных случаях, при невысоких требованиях к точности измерения, для этих целей используют гладкий микрометр на стойке, установленный на размер  $L_u$  (рисунок 5).

3. В зависимости от установочного размера  $L_u$  подбирают и ввертывают в корпус нутромера, как это показано на рисунке 6, неподвижный сменный стержень соответствующего типоразмера, который обеспечит требуемый диапазон измерения НИ.

4. Регулируя положение сменного стержня 1 при отпущенной контргайке 17 (рисунок 3), добиваются, чтобы размер  $B$  между торцами подвижного и неподвижного стержней был немного меньше  $L_u$  (рисунок 4).

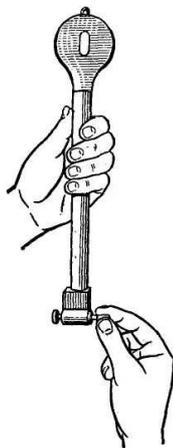


Рисунок 6 Настройка на требуемый диапазон измерения

5. При  $B < L_u$  НИ свободно вводится в установочное приспособление между боковиками струбцины (или подвижной и неподвижной пятой микрометра), где производится его настройка следующим образом (рисунок 5):

- Взяв в правую руку НИ и прижимая сменным стержнем к боковому штуцеру (или пяте микрометра), левой рукой начинают медленно его выкручивать, добиваясь того, чтобы маленькая стрелка индикатора оставалась на риске 1 или 2 мм, т.е. показывала целое число миллиметров (рисунок 7, а).

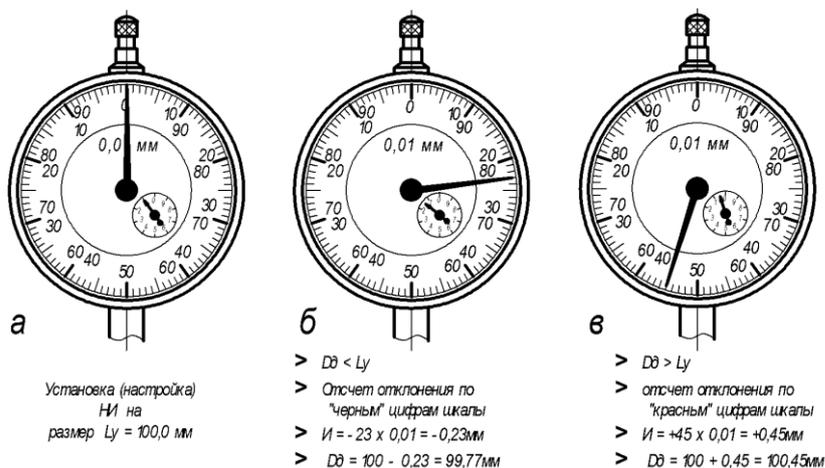


Рисунок 7 – Показания индикатора нутромера

В этом случае упрощаются последующие измерения и в НИ будет установлена требуемая величина натяга  $1 \leq y \leq 2$  мм.

- НИ наклоняют в сторону центрирующего мостика и извлекают его из штуцеру (или микрометра).

- Не сбивая положение сменного стержня, закрепляют его контргайкой, как это показано на рисунке 8,а, после чего снова вводят в установочное приспособление (в штуцеру или в микрометр).

- Окончательно уточняют величину натяга и устанавливают большую стрелку индикатора на ноль путем поворота его ободка, как это показано на рисунке 8,б.

При этом, поворачивая шкалу индикатора за ободок 9 (рисунок 2), большую стрелку устанавливают на ноль в том положении, когда она изменяет направление своего вращения при небольшом покачивании НИ в скобе из боковых. После этого НИ готов к использованию.

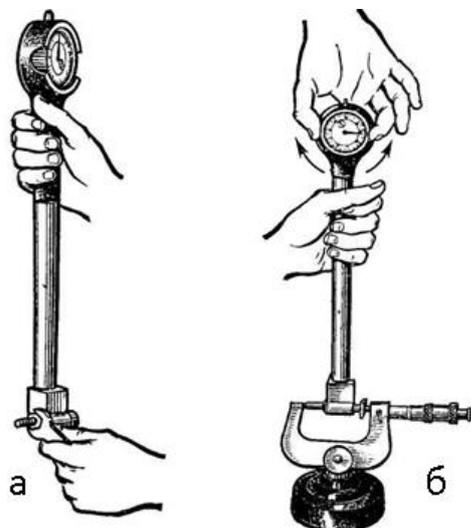


Рисунок 8 – Настройка сменного стержня

**Измерения НИ** рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. *НИ вводят в измеряемое отверстие* так, как это показано на рисунке 9, а, т.е. наклонно, чтобы сначала опустился в сжатом виде центрирующий мостик б, а потом уже подвижный стержень 2. После этого НИ переводят из позиции *А* в позицию *Б*.

2. В процессе измерения добиваются такого положения НИ, при котором ось стержней 1 и 2 (рисунок 9,б) была бы перпендикулярна к оси измеряемого отверстия.

Это положение находят в процессе плавного покачивания нутромера на небольшой угол  $\pm\alpha$ , переводя НИ из позиции *А* в позицию *Б* и обратно. Наблюдая в это время за большой стрелкой индикатора, отмечают её наибольшее отклонение вправо (в направлении «часовой стрелки»). Этому отклонению и соответствует искомый размер отверстия.

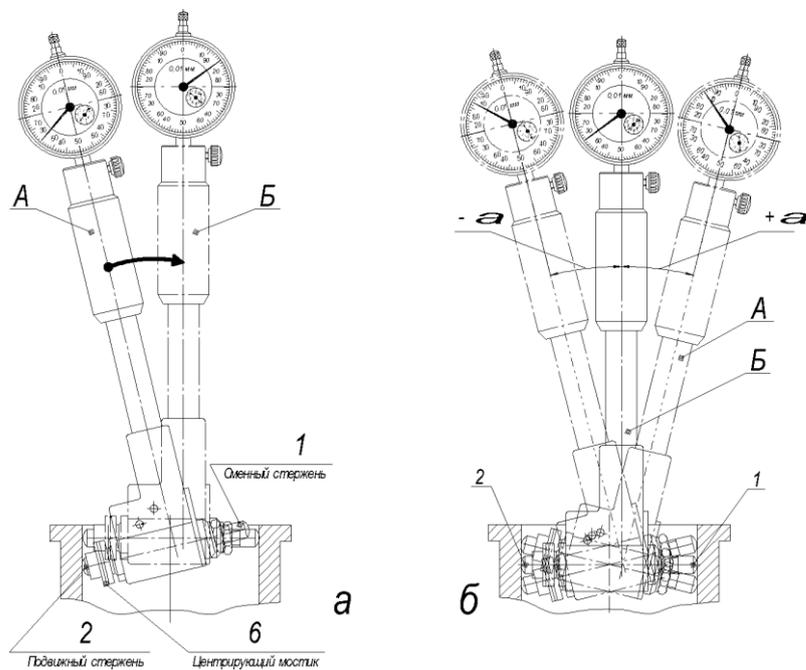


Рисунок 9 – Измерение отверстия индикаторным нутромером

3. При отсчете по индикатору искомого отклонения  $I$  действительного размера отверстия  $Dd$  от установочного размера  $L_u$ , руководствуются следующими правилами:

- Если маленькая стрелка индикатора, которая при настройке НИ стояла на цифре 1 или 2 мм, отклонилась **влево** (против «часовой стрелки»), то это означает, что  $Dd < L_u$ . В этом случае (рисунок 7, б) **искомое отклонение  $I$  отсчитывают по «черным» цифрам** большой шкалы индикатора и принимают со знаком «-» минус.

- Если маленькая стрелка индикатора отклонилась **вправо** (по «часовой стрелке») относительно исходного положения, достигнутого при настройке НИ, следовательно  $Dd > L_u$ . Поэтому **искомое отклонение  $I$  отсчитывают по «красным» цифрам** большой шкалы индикатора и принимают со знаком «+» плюс (рисунок 7, в).

- **Значение искомого отклонения  $I$  подсчитывают** умножением числа

делений по большой шкале на цену деления, равную 0,01мм (рисунок 7).

1 После окончания измерений НИ поднимают (перемещают) вверх до края отверстия и снова наклоняют в сторону центрирующего мостика 6 до тех пор, пока сменный стержень 1 перестанет касаться поверхности измеряемого отверстия, т.е. нутромер переводят из позиции *Б* в позицию *А* (рисунок 9, а). В таком положении НИ извлекают из отверстия.

*Если не соблюдать этого правила, можно поломать стрелку или зубчатые колеса индикатора. При работе с НИ следует оберегать его от ударов, влаги и масел [3].*

2 Определяют действительный размер  $D\delta$  диаметра отверстия, который будет равен

$$D\delta = L_y \pm I, \quad (2)$$

где  $I$  – измеренное НИ отклонение с соответствующим знаком.

*Несмотря на кажущуюся сложность определения размеров НИ, технику измерения освоить нетрудно, усвоив сущность настройки и правила отсчета отклонений [4].*

## **5. Порядок выполнения работы и методические указания**

1. Изучить по методическим указаниям цель работы, задание и основные теоретические положения. Особое внимание уделить:

- Частным показателям отклонения формы, представленным на рисунке 1, и их количественной оценке по формуле (1).

- Шкалам и чтению показаний индикатора, изложенным в разделе 4.2.
- Устройству НИ с рычажной передачей, изложенному в разделе 4.3.
- Настройке и процессу измерения НИ, изложенным в 4.4.

2. Подготовить предварительный отчёт по лабораторной работе, который по аналогии с приложением А должен содержать следующие данные:

- Наименование работы.
- Задание на выполнение работы.
- Схема настройки индикаторного нутромера.

- Схема измерения детали «Гильза».
- Исходные данные для настройки индикаторного нутромера.
- Результаты измерения детали.

3. *Получить* у преподавателя *техническое оснащение*, необходимое для выполнения работы, которое изложено в разделе 2.

4. *Определить* и записать в отчет *конкретные исходные данные* для настройки индикаторного нутромера:

- Диаметр отверстия гильзы  $\sphericalangle D$ , который определяют в результате его измерения штангенциркулем.

- В качестве установочного размера  $L_u$  принимают размер диаметра  $\sphericalangle D$ , округленного в большую сторону до целого числа миллиметров.

5. *Подготовить установочное приспособление* для настройки НИ:

- Составляют блок концевых мер для требуемой величины установочного размера  $L_u$  и закрепляют его в струбине с боковиками.

- Или используют гладкий микрометр на стойке, установленный на размер  $L_u$ .

6. *Настроить НИ на размер  $L_u$* :

- Подобрать сменный стержень, соответствующий размеру  $L_u$ , и вернуть его в корпус нутромера.

- Выполнить настройку НИ, как это подробно изложено в 4.4.

- При этом важно, чтобы маленькая стрелка индикатора оставалась на риске 1 или 2 мм, а большая стрелка путем вращения ободка была установлена на ноль шкалы.

7. *Выполнить измерения отверстия гильзы*:

- Согласно схеме измерения, представленной на рисунке А.2.

- В соответствии с правилами измерения, подробно изложенными в 4.4.

- Измеренные по индикатору отклонения  $I$  записать в таблицу А.1.

8. *Выполнить обработку результатов измерения*:

- По формуле (2) определить для каждого сечения действительные размеры  $D_d$ .

- По формуле (1) определить отклонения формы  $\Delta$  во всех поперечных и продольных сечениях.

- Выполнить анализ результатов измерения детали и сделать соответствующие выводы о величине и характере выявленных отклонений формы отверстия гильзы.

9. *Дать заключение о годности гильзы, если по техническим условиям отклонения от правильной геометрической формы отверстия не должны превышать 0,02 мм.*

10. *Привести рабочее место и инструмент в порядок, сдать преподавателю полученное техническое и методическое обеспечение.*

11. *Отчет о выполненной работе представить преподавателю.*

## **6. Содержание отчёта**

Отчёт по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. Наименование работы.
2. Задание на выполнение работы.
3. Схема настройки индикаторного нутромера.
4. Схема измерения детали «Гильза».
5. Исходные данные для настройки индикаторного нутромера.
6. Результаты измерения детали.
7. Выводы, вытекающие из анализа результатов измерения детали.
8. Общий вывод о годности детали «Гильза».

Пример оформления отчета по лабораторной работе представлен в приложении А.

## **7. Контрольные вопросы**

1. Почему невозможно в процессе изготовления детали получить идеальную форму ее поверхностей?

2. На какие эксплуатационные свойства влияет искажение формы поверхностей деталей машин?

3. Что принято понимать под отклонением формы поверхностей деталей машин?
4. Что понимают под профилем поверхности?
5. Какие виды показателей применяют для оценки отклонений формы поверхностей?
6. Что характеризуют комплексные показатели отклонения формы поверхности?
7. Какие условные знаки применяют для обозначения на чертежах допусков формы поверхности?
8. Что является обобщающим комплексным показателем отклонения формы цилиндрической поверхности?
9. В каких сечениях нормируют отклонения формы цилиндрических поверхностей?
10. Что представляют собой частные показатели отклонений формы поверхностей?
11. В чем заключаются достоинства частных показателей отклонений формы поверхностей?
12. Какие различают виды частных показателей отклонений формы цилиндрических поверхностей?
13. Что представляет собой овальность (огранка, конусообразность, бочкообразность, седлообразность)?
14. Какие причины могут породить появление у деталей машин овальности (огранки, конусообразности, бочкообразности, седлообразности)?
15. Имеют ли свое условное обозначение частные показатели отклонений формы поверхностей?
16. Как принято указывать на чертежах предельные значения частных видов отклонений формы?
17. Как назначают допуски для частных видов отклонений формы?
18. Как оцениваются количественно все частные виды отклонений формы цилиндрических поверхностей?

19. Какие размерные параметры цилиндрической поверхности участвуют в количественной оценке всех частных видов отклонений формы?
20. По какой формуле определяется количественная оценка всех частных видов отклонений формы цилиндрической поверхности?
21. Как называют средства, предназначенные для измерения диаметров отверстий?
22. На какие две группы можно разделить все нутромеры?
23. В чем заключается конструктивная особенность микрометрических нутромеров?
24. В чем заключается конструктивная особенность НИ?
25. Что принято понимать под измерительными головками?
26. Какие виды измерительных головок различают по конструкции?
27. Какие измерительные головки принято называть индикаторами часового типа?
28. В чем заключается конструктивная особенность индикаторов?
29. Пояснить назначение и метрологическую характеристику шкал индикатора.
30. Каким образом выполняют чтение показаний индикатора?
31. Для чего предназначены НИ?
32. Какие виды НИ различают в зависимости от механизма передачи измерительных перемещений?
33. Какие НИ получили наиболее широкое распространение и почему?
34. Какой метод измерения (по настройке) реализуют НИ?
35. Для определения каких величин применяют различные методы настройки НИ?
36. Какое условие является обязательным для любого метода настройки НИ?
37. С какой целью создают натяг при настройке НИ?
38. Что понимают под установочным размером  $L_u$  и как определяют его величину?

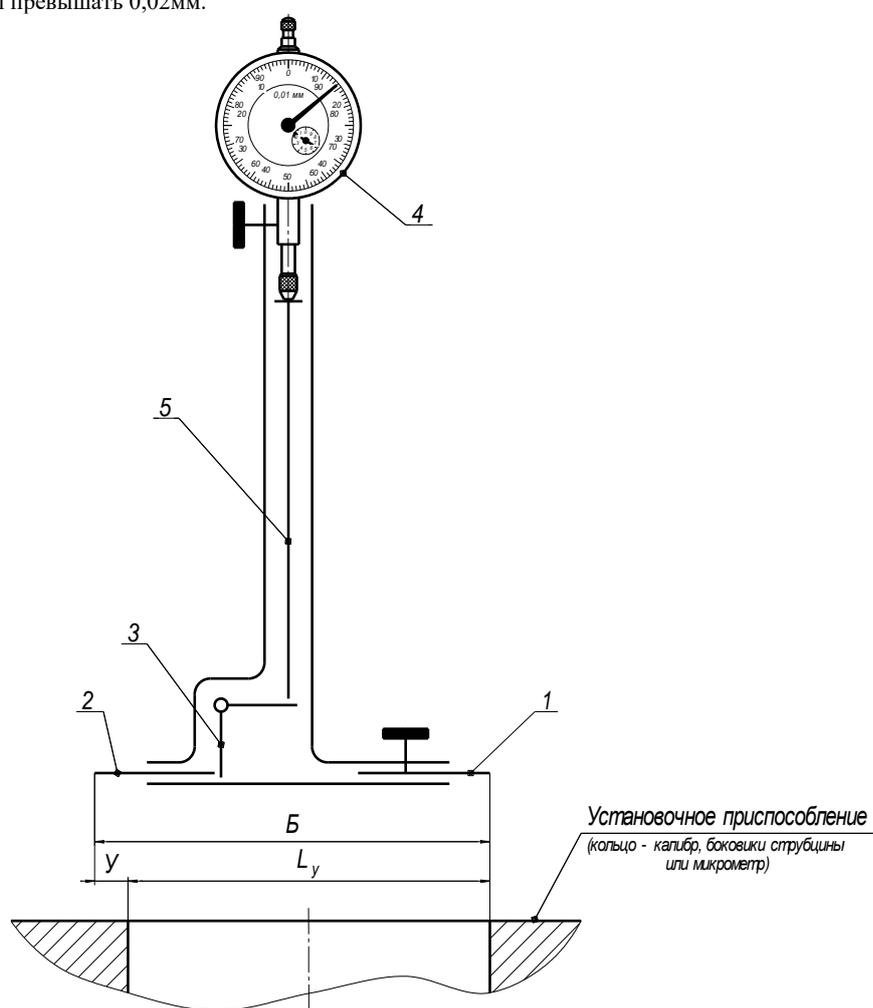
39. Поясните порядок настройки НИ.
40. Что может применяться при настройке НИ для воспроизведения установочного размера  $L_y$ ?
41. С помощью чего достигается требуемая величина натяга «у» при настройке НИ?
42. Что предопределяет минимально необходимую величину натяга «у»?
43. Поясните порядок измерения отверстий НИ.
44. Для чего предназначен центрирующий мостик НИ?
45. Для чего предназначены сменные стержни НИ?
46. С какой целью рекомендуется НИ плавно покачивать при измерении?
47. Какова роль маленькой (большой) стрелки индикатора при измерении отверстий НИ?
48. Как определяется величина искомого отклонения «И» при измерении отверстий НИ?
49. С какой целью отверстия измеряют НИ в двух продольных и трех поперечных сечениях поверхности?
50. Как определяют действительный размер отверстия при измерении его НИ?
51. К чему сводится условие годности детали, когда регламентируется отклонение формы поверхности?
52. Можно ли и каким образом определить (по результатам измерения НИ) отклонения формы поверхности, не прибегая к вычислению действительных размеров диаметра отверстия?

Приложение А  
(рекомендуемое)

Пример оформления отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа № 5 - Измерения индикаторными нутромерами

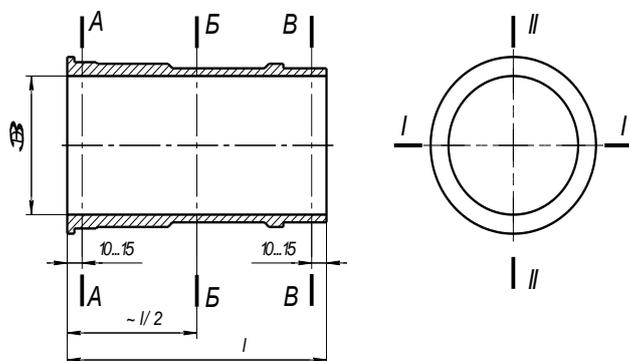
Задание – измерить отверстие гильзы двигателя внутреннего сгорания и дать заключение о годности детали исходя из условия, что отклонения формы поверхности не должны превышать 0,02мм.



1 – неподвижный (сменный) стержень; 2 – подвижный стержень; 3 – двуплечий рычаг; 4 – индикатор; 5 – шток;

Рисунок А.1 – Схема настройки индикаторного нутромера

Продолжение приложения А



Сечения, в которых измерялась деталь:

- ▶ Поперечные сечения: А – А, Б – Б, В – В;
- ▶ Продольные сечения: I – I, II – II.

Рисунок А.2 – Схема измерения детали «Гильза»

Исходные данные для настройки нутромера:

- ▶  $\curvearrowright D = 99,6 \text{ мм}$  – измерения штангенциркулем ШЦ-I.
- ▶ Приняли установочный размер  $L_y = 100,0 \text{ мм}$ .

Таблица А.1 – Результаты измерения детали

Поперечные сечения	Продольные сечения				Отклонения формы в поперечном сечении (овальность), $\Delta$ , мм
	I - I		II - II		
	Отклонение по индикатору, $I$ , мм	Действительный размер, $Dd$ , мм	Отклонение по индикатору, $I$ , мм	Действительный размер, $Dd$ , мм	
A – A	-0,05	99,95	+0,45	100,45 ( <i>max</i> )	0,25
B – B	-0,23	99,77 ( <i>min</i> )	+0,20	100,20	0,215
V – V	+0,03	100,03 ( <i>max</i> )	+0,05	100,05 ( <i>min</i> )	0,01
Отклонения формы в продольном сечении, $\Delta$ , мм	Седлообразность $\Delta = \frac{100,03 - 99,77}{2} = 0,13$		Конусообразность $\Delta = \frac{100,45 - 100,05}{2} = 0,2$		--

По результатам измерения детали вытекают следующие выводы:

1. В продольном сечении I – I выявлена седлообразность отверстия величиной 0,13мм, а в сечении II – II – конусообразность в пределах 0,2мм.

2. Во всех трех поперечных сечениях выявлена овальность в пределах 0,01-0,215мм.

3. Отклонения формы только в поперечном сечении V-V (овальность 0,01мм) вписывается в установленные по заданию границы допуска, равного 0,02мм.

Таким образом, на основании изложенного можно сделать общий вывод - измеренную гильзу двигателя внутреннего сгорания следует признать бракованной, т.к. отклонения формы отверстия во всех измеренных сечениях, за исключением сечения V-V, превышают 0,02мм.

**Лабораторная работа №6**  
**«Вертикальный оптиметр»**

### **1 Цель работы**

Целью работы является ознакомление с устройством и принципом работы вертикального оптиметра, освоение относительного метода измерения деталей на примере контроля гладких калибров-пробок, расчет предельных размеров калибров и их измерение.

### **2 Техническое оснащение работы**

#### **Объекты измерений**

В качестве объектов измерения приняты рабочие гладкие цилиндрические калибры-пробки (проходные и непроходные, новые или частично изношенные).

#### **Измерительные приборы**

- 1) Вертикальный оптиметр с ценой деления 0,001 мм.
- 2) Набор плоскопараллельных концевых мер длины.

### **3 Задание**

- 3.1 Ознакомиться со схемой и принципом работы оптиметра;
- 3.2 Ознакомиться с метрологическими показателями оптиметра;
- 3.3 Освоить графическое построение полей допусков калибров и пользование справочниками;
- 3.4 Освоить расчет размеров калибра: предельных (в соответствии с ГОСТ 24853) и действительных, полученных в результате измерений. Сопоставить эти размеры и сделать вывод о годности проверяемого калибра;
- 3.5 Освоить методику контроля калибров-пробок;
- 3.6 Определить погрешность формы калибра.

#### 4 Основные теоретические положения

**Вертикальный оптиметр** относится к группе рычажно-оптических приборов, в которых используется принцип автоколлимации [7].

В основу принципа автоколлимации положено свойство объектива превращать пучок лучей, идущих от источника света, расположенного в фокусе  $O$  на главной оптической оси объектива, в пучок параллельных лучей, и при отражении от зеркала, расположенного перпендикулярно главной оптической оси, собирать этот пучок в том же фокусе объектива (рис. 1).

Если источник света (рис. 2) расположен в точке  $A$  в фокальной плоскости объектива на расстоянии  $C$  от главной оптической оси ( $OO'$ ) то попав на зеркальную плоскость, перпендикулярно оптической оси и отразившись от нее, лучи соберутся в точке  $A'$ , смещенной симметрично на величину  $C$  относительно главной оптической оси.

Схема (рис. 2) поясняет смещение отраженного изображения шкалы в горизонтальной плоскости на величину “ $2C$ ” относительно положения действительное шкалы на стеклянной пластине (2) окуляра (рис. 6). Это смещение лучей дает возможность видеть через окуляр отраженное изображение шкалы.

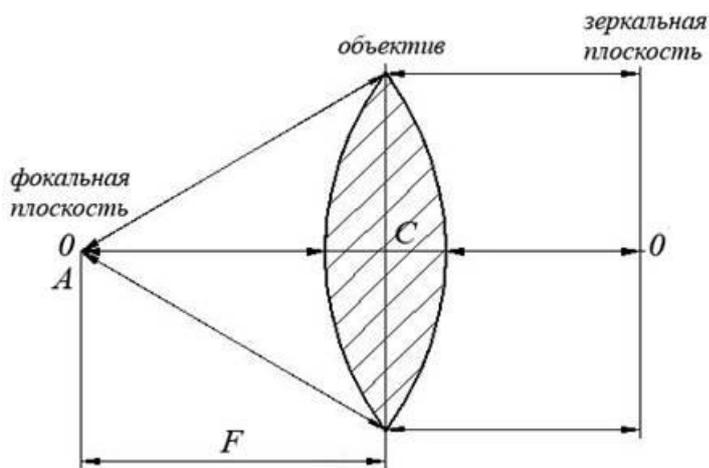


Рисунок 1 - Схема принципа автоколлимации

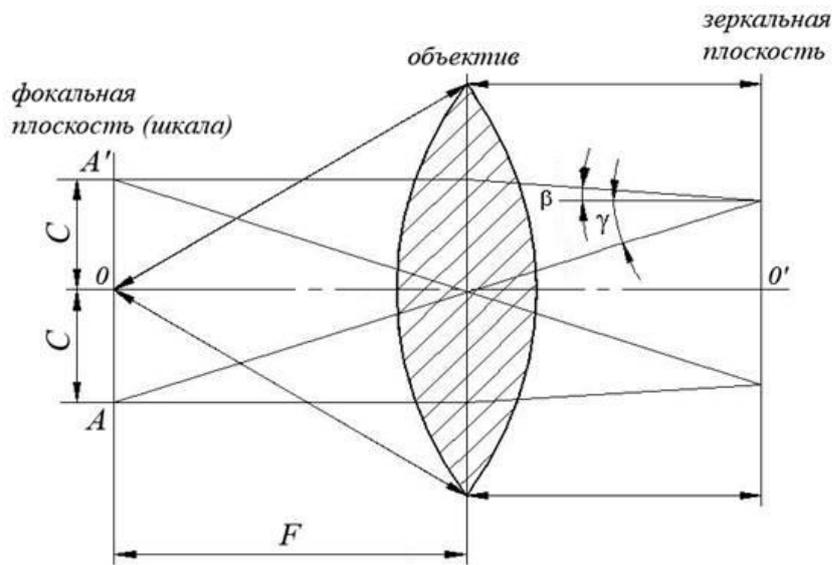


Рисунок 2 - Схема определения величины "2C"

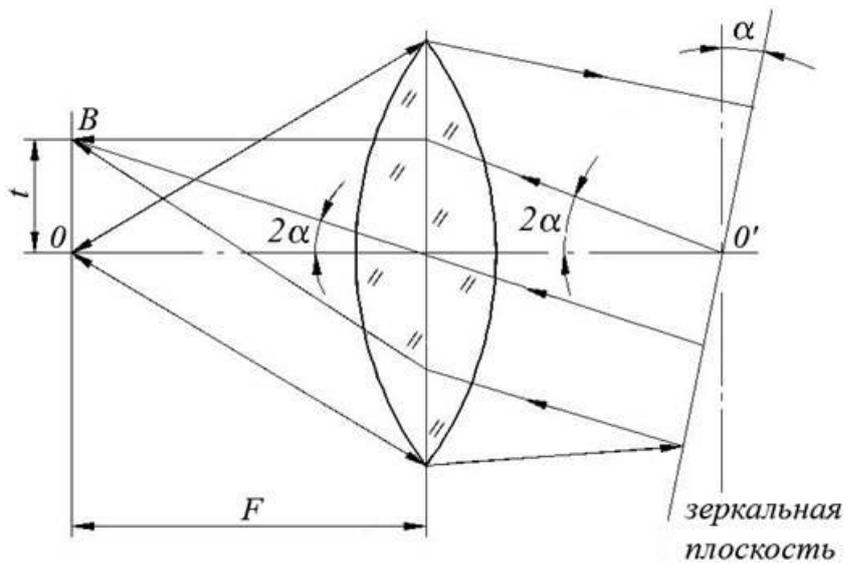


Рисунок 3 - Схема определения смещения шкалы приборов

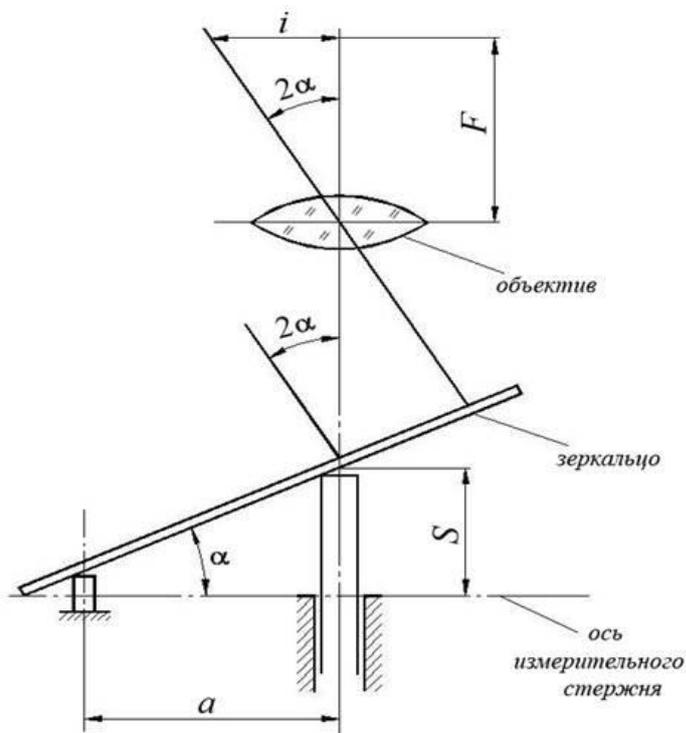


Рисунок 4 - Схема определения цены деления прибора

Если источник света расположен в фокусе объектива, а зеркало при проверке детали отклонится на угол  $\alpha$ , то направление отраженных лучей изменится на угол  $2\alpha$  (рис. 3), в результате чего изображение светящейся точки переместится, и лучи, преломившись в объективе, сойдутся в точке  $B$ , отстоящей от точки  $O$  на расстоянии  $t = F \cdot \operatorname{tg} 2\alpha$ , где:

$t$  – смещение шкалы относительно неподвижного указателя в вертикальной плоскости;

$F$  – фокусное расстояние объектива у оптиметра  $F = F' + F''$  (рис. 6);

Из рисунка 4 видно, что  $S = a \cdot \operatorname{tg} 2\alpha$ , где:

$S$  – перемещение измерительного стержня;

$a$  – расстояние между осью измерительного стержня и осью вращения зеркала.

Передаточное отношение прибора определится как отношение смещения шкалы относительно неподвижного указателя к соответствующему перемещению измерительного стержня:

$$K = \frac{t}{S} = \frac{F \cdot \operatorname{tg} 2\alpha}{a - \operatorname{tg} \alpha}$$

Так как наибольший угол отклонения зеркала оптиметра незначительно превышает  $1^\circ$ , то вследствие малости углов можно принять:

$$\operatorname{tg} 2\alpha \approx 2\alpha \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$$

У оптиметра  $F=200 \text{ мм}$ ,  $a=5 \text{ мм}$ , значит:

$$K = \frac{t}{S} = \frac{2F}{a} = 80$$

Это передаточное отношение в приборе увеличивается благодаря применению окуляра (рис. 6), который дает оптическое увеличение шкалы.

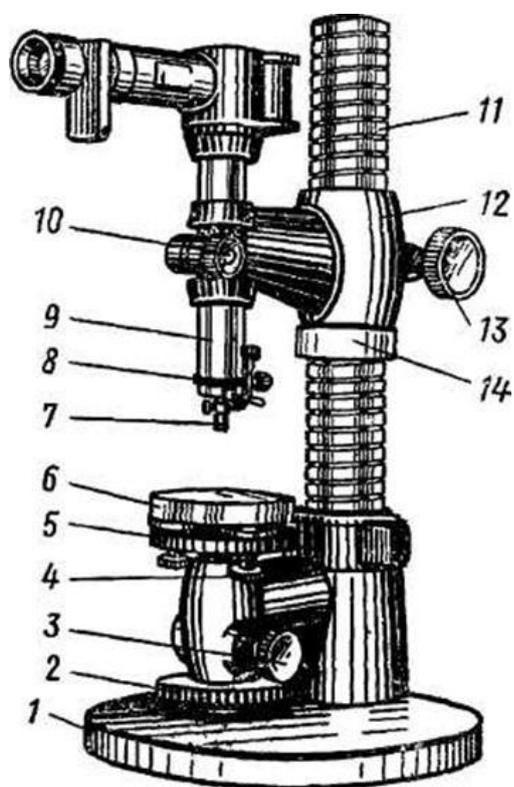
В приборе применена шкала с интервалом деления, равным  $0,08 \text{ мм}$ . Видимое в окуляре расстояние между соседними штрихами равно  $0,08 \cdot 12 = 0,96 \text{ мм}$ . Следовательно, полное передаточное отношение оптиметра равно  $80 \cdot 12 = 960$ , а цена деления прибора:

$$\bar{i} = \frac{0,96}{960} = 0,001 \text{ мм}$$

т.е. при перемещении измерительного стержня на  $1 \text{ мкм}$  изображение шкалы смещается относительно неподвижного указателя на одно деление.

Таблица 1. Основные метрологические характеристики вертикального оптиметра:

Цена деления	0,001 мм
Предел измерения по шкале	$\pm 0,1 \text{ мм}$
Предел измерения по прибору	0 – 180 мм
Предельная погрешность показаний	0,0003 мм
Измерительное усилие	2 м (200 г)
Допустимые отклонения измерительного усилия	$\pm 0,2 \text{ м} (\pm 20 \text{ г})$



1 - основание, 2 - гайка перемещения стола, 3 - стопор стола, 4 - установочные винты стола, 5 - основание стола, 6 - стол, 7 - измерительный наконечник, 8 - арретир, 9 - трубка оптиметра, 10 - гайка крепления трубки оптиметра, 11 - колонка, 12 - кронштейн, 13 - гайка крепления кронштейна, 14 - гайка перемещения кронштейна

Рисунок 5 – Вертикальный оптиметр

На рисунке 6 представлена схема оптиметра.

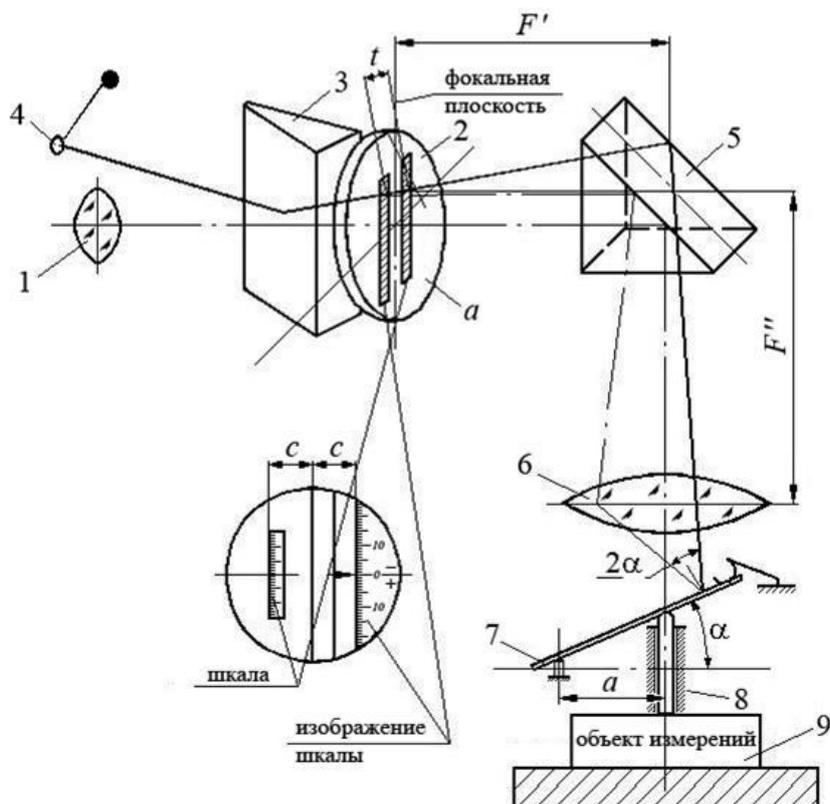


Рисунок 6 - Схема оптиметра

Свет от внешнего источника направляется шарнирно закрепленным зеркалом (4) через призму (3) на смещенную относительно оси прозрачную полоску со шкалой в левой затемненной части плоской стеклянной пластинки (2), помещенной в фокальной плоскости объекта (6). Пучок света попадает на объектив (6) через призму полного внутреннего отражения (5) и направляется на подвижное зеркальце (7), которое может поворачиваться вокруг оси на незначительный угол под действием измерительного наконечника (8), соприкасающегося с проверяемой деталью (9).

Параллельный пучок света, отразившись от зеркальца (7), и, пройдя объектив (6) и призму (5), даст на правой части пластинки (2) изображение шкалы с делением.

Перемещение шкалы в вертикальном направлении относительно неподвижного указателя, размещенного на правой части пластинки (2), вызывается поворотом зеркальца (7).

Изображение шкалы и указатель рассматривается через окуляр (1).

#### **Установка (настройка) вертикального оптиметра на нужный размер**

При применении оптиметра предварительную установку прибора на нужный размер следует производить по блоку плиток, притертому к измерительному столу 6, (рис. 5), подъёмом или опусканием кронштейна 12 поддерживающей гайкой 14, предварительно ослабив винт 13.

Кронштейн 12 необходимо опускать плавно, не допуская удара измерительного наконечника о блок плиток.

При касании измерительного наконечника 7 блока плиток изображение шкалы войдёт в поле зрения окуляра.

Нулевой штрих шкалы следует установить либо против, либо немного ниже неподвижного указателя, после чего кронштейн 12 закрепится винтом 13.

Винт крепления 4 головки оптиметра не трогать!!!

Для точной установки прибора следует ослабить винт 13 и поднимать стол 6 рифленой гайкой 2 до тех пор, пока нулевой штрих шкалы не совместится с неподвижным указателем, после чего винтом 3 закрепляют положение стола. Для проверки правильности установки прибора на “0” измерительный наконечник приподнимают и опускают 2-3 раза арретиром 8. Если после арретирования нулевой штрих не будет совпадать с неподвижным указателем, следует ещё раз установить прибор на “0” гайкой 2, освободив винт 3.

При установке на стол и освобождение блока плиток или калибра необходимо обязательно пользоваться арретиром 8.

При измерении все винты крепления прибора должны быть затянуты.

При измерении рабочего калибра-пробки для отверстия диаметром  $D = 28$  мм с полем допуска  $H7$  (рис. 7) на вертикальном оптиметре оказалось, что его проходная сторона  $PP$  имеет следующие отклонения от номинального размера  $D = 28$  мм, на который по блоку плиток был настроен прибор:

в сечениях I-I, II-II, III-III в направлении 1-1 соответственно:

+4 мкм; +3 мкм; +2 мкм;

в тех же сечения, в направлении 2-2: +3 мкм; +2 мкм; +2 мкм.

Непроходная сторона рабочего калибра-пробки  $28HE$  относительно этого же номинального размера имеет отклонения:

в направлении 1-1: +22 мкм; +20 мкм; +22 мкм;

в направлении 2-2: +20 мкм; +22 мкм; +21 мкм.

Наибольший и наименьший действительные размеры калибра равны алгебраической сумме номинального размера блока плиток, по которому настроен прибор, и соответствующих отклонений в мм.

Наибольший действительный размер проходного калибра равен:  
 $28,000+0,004=28,004$  мм.

Наименьший действительный размер проходного калибра:  
 $28,000+0,002=28,002$  мм.

Наибольший действительный размер непроходного калибра равен:  
 $28,000+0,022=28,022$  мм.

Наименьший действительный размер непроходного калибра:  
 $28,000+0,020=28,020$  мм.

По ГОСТ 25346 находим значения предельных отклонений отверстия  $28H7$  (7 квалитет точности), которое будет контролироваться рабочим калибром-пробкой  $28PP$  и  $28HE$ , а также допуски и предельные отклонения проходной и непроходной сторон калибра, допустимый выход размера изношенного калибра за границу поля допуска изделия по ГОСТ 24853 ( $H, Z, Y$ ):

$Z=3$  мкм;  $Y=3$  мкм;  $H=4$  мкм.

По найденным значениям предельных отклонений строим поля допусков на калибр и контролируемое им отверстие (рис. 8).

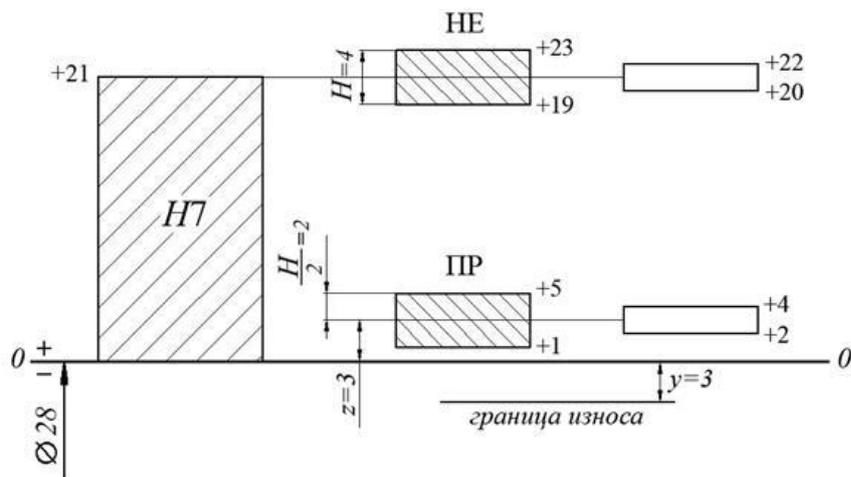


Рисунок 8 – Построение полей допусков на калибры, контролируемое ими отверстие и полей рассеяния действительных размеров калибров

Для определения исполнительных размеров калибра-пробки воспользуемся формулами, указанными в таблице 1 ГОСТ 24853:

для контроля отверстия проходная сторона нового калибра равна:

$$d_{\text{ПР}_{\text{max}}} = D_{\text{min}} + Z + \frac{H}{2} = 28,0 + 0,003 + \frac{0,004}{2} = 28,005 \text{ мм}$$

$$d_{\text{ПР}_{\text{min}}} = D_{\text{min}} + Z - \frac{H}{2} = 28,0 + 0,003 - \frac{0,004}{2} = 28,001 \text{ мм}$$

Проходная сторона калибра с учётом износа равна:

$$d_{\text{ПР}_{\text{min}}} = D_{\text{min}} - y = 28,0 - 0,003 = 27,997 \text{ мм}$$

Непроходная сторона калибра равна:

$$d_{\text{HE}_{\text{max}}} = D_{\text{max}} + \frac{H}{2} = 28,021 + \frac{0,004}{2} = 28,023 \text{ мм}$$

$$d_{\text{HE}_{\text{min}}} = D_{\text{max}} - \frac{H}{2} = 28,021 - \frac{0,004}{2} = 28,019 \text{ мм}$$

При сопоставлении наибольших и наименьших размеров проходного и непроходного калибров, полученных при измерении, с предельными размерами, определенными по формулам, представленными в ГОСТ 24853, оказалось, что

действительные размеры не выходят за пределы допустимых. Поэтому проверяемый нами калибр признается годным (рис. 8).

По результатам измерений выявляются и отклонения от правильной геометрической формы калибра. Так по проходной его стороне имеет место отклонение от цилиндричности в виде конусности. Наибольшая величина её равна 2 мкм, а в сечениях I-I и II-II отклонение от круглости в виде овальности. Наибольшая величина её составила 1 мкм.

По непроходной стороне рабочего калибра имеется отклонение от цилиндричности в виде седлообразности, наибольшая величина её составила 2 мкм, а в сечениях I-I и III-III - отклонение от круглости в виде овальности, наибольшая величина её в сечении I-I равна 2 мкм. Так как допустимая погрешность формы гладких калибров не должна превышать 60% допуска на размер, а это в нашем случае составляет  $0,6 H = 2,4$  мкм, то, сопоставляя измеренную величину погрешности формы (2 мкм) с допустимой, следует признать проверяемый калибр годным и по геометрической форме.

## **5 Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с настоящими методическими указаниями.
2. Ознакомиться с конструкцией и принципом действия вертикального оптиметра.
3. Ответить на контрольные вопросы преподавателя и получить калибры-пробки для измерения.
4. Протереть рабочие поверхности измеряемых рабочих калибров – пробок и стол оптиметра мягкой льняной тряпкой.
5. Протереть сухой ваткой или замшей окуляр оптиметра и осветительное зеркальце.
6. Отрегулировать положение осветительного зеркальца так, чтобы при наблюдении в окуляр шкала оптиметра была хорошо освещена и видна. Для этого необходимо измерительный стержень поднимать и опускать легким нажатием арретира 8.

7. При нечетком изображении делений шкалы оптиметра навести окуляр на резкость путем вращения диоптрийного кольца.

8. Собрать блок плоскопараллельных концевых мер по номинальному размеру контролируемых калибров и установить на середину стола, предварительно переведя его в нижнее положение (рисунок 5).

9. Установить кронштейн 12, вращая гайку 14, чтобы расстояние от измерительной поверхности наконечника 7 до плоскости стола 6 было на 1-1,5 мм больше размера блока плоскопараллельных концевых мер. После этого затянуть винт 13 (рисунок 5).

10. Поднять измерительный стол оптиметра, вращая гайку 2, предварительно освободив стопор 3. Подъем стола производится до тех пор, пока нулевое деление шкалы не совпадет с неподвижным указателем. Затянуть стопор 3. Нулевую установку шкалы проверить 2-3 раза, поднимая и опуская измерительный наконечник 7 арретиром 8 (рисунки 7, 8, 9). Если показания оптиметра не совпадают, то установку на нуль повторить.

11. Предварительно нажав на рычаг арретира 8, сдвинуть блок мер со стола, перемещая его параллельно плоскости стола.

12. Удерживая рычаг арретира поместить на стол, вместо блока концевых мер, контролируемую пробку ПР и подвести ее под измерительный наконечник.

13. Определить отклонение действительного размера пробки от размера блока концевых мер, прокатывая пробку под измерительным наконечником, добиваясь наибольшего отклонения, соответствующего диаметру пробки в измеряемом сечении. Измерения в продольном и поперечном сечениях повторить по четыре раза.

14. Результаты измерений калибра – пробка записать в таблицу отчета (приложение).

15. Снять пробку со стола, предварительно нажав на арретир.

16. Повторить пункты 12-15 для пробки НЕ.

17. Определить действительные размеры измеренных калибров – пробок.

18. Изобразить схему расположения полей допусков калибров.

19. Рассчитать исполнительные размеры калибров.
20. Сделать вывод о годности калибров и оформить отчет.

## **6 Содержание отчета**

## **7 Контрольные вопросы**

- 1 Дать характеристику относительного метода измерения.
- 2 Рассказать об устройстве оптиметра и принципе его работы.
- 3 Рассказать о последовательности настройки оптиметра на измерение.
- 4 Рассказать о последовательности выполнения измерений.
- 5 Объяснить назначение проходной и непроходной калибров - пробок.
- 6 Какие размеры положены в основу проходных и непроходных калибров?
- 7 Как определяются исполнительные размеры рабочих калибров – пробок?
- 8 Каким образом делается вывод о годности калибров.

Приложения

**Допуски и отклонения калибров**

Квалитет допуска деталей	Обозначения допусков и отклонения калибров	Интервалы размеров, мм					
		Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180
1	2	3	4	5	6	7	8
Допуски и отклонения, мкм							
6	Z	2	2	2.5	2.5	3	4
	Y	1.5	1.5	2	2	3	3
	H	2	2.5	2.5	3	4	5
7	Z	2.5	3	3.5	4	5	6
	Y	2	3	3	3	4	4
	H	3	4	4	5	6	8
8	Z	4	5	6	7	8	9
	Y	4	4	5	5	6	6
	H	3	4	4	5	6	8
9	Z	8	9	11	13	15	18
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	3	4	4	5	6	8
10	Z	8	9	11	13	15	18
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	3	4	4	5	6	8
11	Z	16	19	22	25	28	32
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	8	9	11	13	15	18
12	Z	16	19	22	25	28	32
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	32	36	42	48	54	60

Образец оформления отчета  
**Отчет по лабораторной работе**  
**Вертикальный оптиметр**

1. Эскиз калибра-пробки

2. Результаты измерения калибра-пробки ПР(проходная сторона)

Наименование измерения	Величина отклонения от нулевого значения, мкм				Среднее арифметическое значение 8-ми величин отклонений ( $\Delta X$ ), мкм	Размер блока концевых мер длины, мм	Действительный размер калибра, (X), мм
	1	2	3	4			
Продольное расположение							
Поперечное расположение							

2. Результаты измерения калибра-пробки НЕ (непроходная сторона)

Наименование измерения	Величина отклонения от нулевого значения, мкм				Среднее арифметическое значение 8-ми величин отклонений ( $\Delta X$ ), мкм	Размер блока концевых мер длины, мм	Действительный размер калибра, (X), мм
	1	2	3	4			
Продольное расположение							
Поперечное расположение							

3. Схема расположения полей допуска калибра-пробки

4. Расчеты исполнительных размеров калибра-пробки.

Заключение о годности калибра-пробки.

## Практическое занятие № 1

### «Основные сведения о размерах и соединениях»

**Повторить:** сущность основных терминов, понятий и определений, включая общепринятые обозначения:

**Вал:** термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы ( $d$ ) [1].

**Отверстие:** термин, условно применяемый для обозначения внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы ( $D$ ) [2].

**Размер:** числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.д.) в выбранных единицах измерения [4].

**Действительный размер:** размер элемента, установленный измерением с допустимой погрешностью ( $D\delta$ ) и ( $d\delta$ ) [7].

**Предельные размеры:** два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться (или которым может быть равен) действительный размер [3].

**Наибольший предельный размер:** наибольший допустимый размер элемента ( $D_{max}$ ) [5].

**Наименьший предельный размер:** наименьший допустимый размер элемента ( $D_{min}$ ) [6].

**Номинальный размер:** размер, относительно которого определяются отклонения ( $D$ ) [2].

**Номинальный размер посадки:** номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение ( $D = d$ ) [1].

**Отклонение:** алгебраическая разность между размером (действительным, предельным и т. д.) и соответствующим номинальным размером ( $E$ ) [5].

**Предельное отклонение:** алгебраическая разность между предельным и соответствующих номинальных размерами. Различают верхнее и нижнее отклонения [1].

**Верхнее отклонение:** алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами ( $ES$  и  $es$ ) [4].

**Нижнее отклонение:** алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами ( $EI$  и  $ei$ ) [3].

**Нулевая линия:** линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, отрицательные вниз.

**Допуск:** разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонением ( $T$ ) [7].

**Допуск посадки:** сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение ( $T_{\Delta}$ ) [5].

**Поле допуска:** поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии [2].

**Гладкое цилиндрическое соединение:** соединение, в котором поверхности отверстия и вала круглые цилиндрические [1].

**Посадка:** характер соединения деталей, определяемый разностью их размеров до сборки [6].

**Зазор:** разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала ( $S$ ) [3].

**Натяг:** разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия ( $N$ ) [1].

**Посадка с зазором:** посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, т.е. наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала [6].

**Посадка с натягом:** посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, т.е. наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала [4].

**Переходная посадка:** посадка, при которой возможно получение, как зазора, так и натяга в соединении в зависимости от действительных размеров отверстия и вала (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью) [7].

### Задача № 1:

**Дано:** Для партии штифтов по чертежу установлены предельные размеры:

$$d_{max} = 40,009 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 39,984 \text{ мм}$$

При измерении в партии оказались штифты с размерами:

$$d_1 = 40,12 \text{ мм}$$

$$d_2 = 39,976 \text{ мм}$$

**Требуется:** определить годность этих двух штифтов.

### Решение

Детали признаются годными, если их действительные размеры  $d_{\partial}$  вписываются в установленные границы поля допуска:

$$T_d = d_{max} - d_{min}$$

откуда вытекает **условие годности размера:**

$$d_{min} \leq d_{\partial} \leq d_{max}$$

или для условий настоящей задачи:

$$d_1 = 40,12 \text{ мм} > d_{max},$$

следовательно, штифт с размером  $d_1$  - брак исправимый;

$$d_2 = 39,976 \text{ мм} < d_{min},$$

следовательно, штифт с размером  $d_2$  - брак неисправимый;

### Задача №2:

**Дано:** Отверстие корпуса коробки передач трактора на чертеже обозначено

$$\varnothing 20_{-0,041}^{-0,020}$$

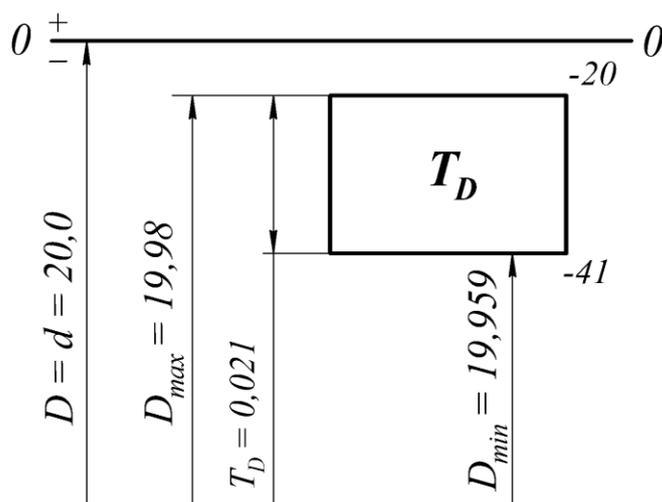
**Требуется:** определить предельные отклонения, допуск на изготовление, предельные размеры, построить схему расположения поля допуска и указать на ней все размерные параметры детали.

### Решение

Размерные параметры отверстия:

1.  $ES = -0,020 \text{ мм} = -20 \text{ мкм}$
2.  $EI = -0,041 \text{ мм} = -41 \text{ мкм}$
3.  $T_D = ES - EI = -20 - (-41) = 21 \text{ мкм}$
4.  $D_{min} = D + EI = 20 + (-0,041) = 19,959 \text{ мм}$
5.  $D_{max} = D + ES = 20 + (-0,020) = 19,98 \text{ мм}$

Схема расположения поля допуска:



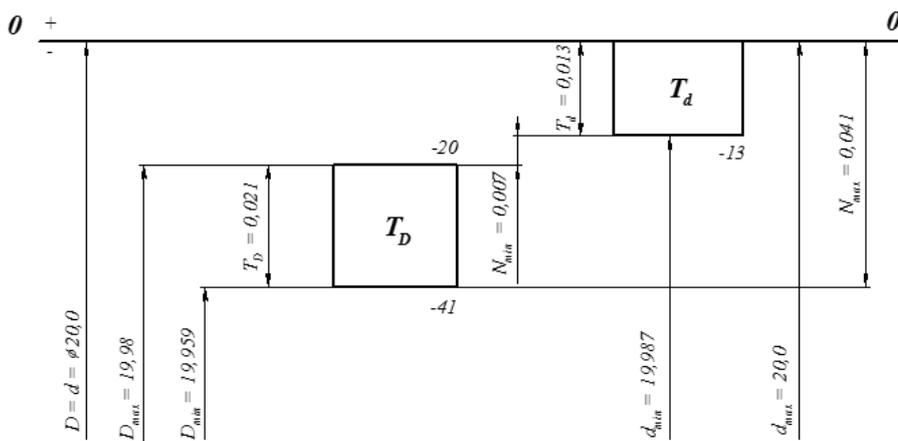
### Задача №3:

**Дано:** Отверстие корпуса коробки передач соединяется со штифтом установочным и на чертеже обозначено  $\varnothing 20 \begin{matrix} -0,020 \\ -0,041 \\ -0,013 \end{matrix}$ .

**Требуется:** построить схему расположения полей допусков и указать на ней все размерные параметры отдельных деталей и соединения в целом, и определить допуск посадки.

### Решение

Схема расположения полей допусков:



Параметры отдельных деталей:

- ОТВЕРСТИЕ:** 1.  $ES = -20$  мкм  
 2.  $EI = -41$  мкм  
 3.  $T_D = ES - EI = -20 - (-41) = 21$  мкм  
 4.  $D_{min} = D + EI = 20,0 + (-0,041) = 19,959$  мм  
 5.  $D_{max} = D + ES = 20,0 + (-0,020) = 19,98$  мм

- ВАЛ:** 1.  $es = 0$   
 2.  $ei = -13$  мкм  
 3.  $T_d = es - ei = 0 - (-13) = 13$  мкм  
 4.  $d_{min} = d + ei = 20,0 + (-0,013) = 19,987$  мм  
 5.  $d_{max} = d + es = 20,0 + 0 = 20,0$  мм

Параметры посадки:

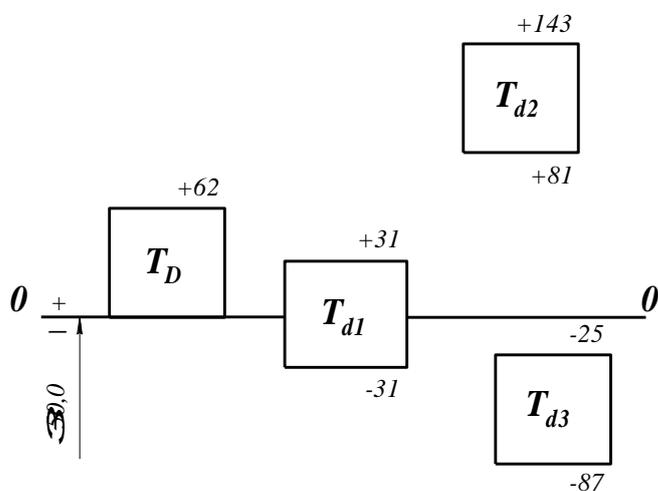
1.  $S_{min} = EI - es = -41 - 0 = -41$  мкм  $< 0 \rightarrow (-N_{max})$

$$2. S_{max} = ES - ei = -20 - (-13) = -7 \text{ мкм} < 0 \rightarrow (-N_{min})$$

$$3. T_{\Delta} = N_{max} - N_{min} = T_D + T_d = 21 + 13 = 34 \text{ мкм}$$

#### Задача №4:

**Дано:** По заданной схеме расположения полей допусков *определить* предельные отклонения, допуски на изготовление деталей, предельные размеры, предельные зазоры и натяги, допуск и характер посадки.



Определяемые параметры	$D$	$d_1$	$d_2$	$d_3$
$ES (es)$ мкм	+62	+31	+143	-25
$EI (ei)$ мкм	0	-31	+81	-87
$T_D (T_d)$ мкм	62	62	62	62
$D_{max} (d_{max})$ мм	50,062	50,031	50,143	49,975
$D_{min} (d_{min})$ мм	50,0	49,969	50,081	49,913
$S_{min} = EI - es$ ( $-N_{max}$ ) мкм	-	-31 ( $-N_{max}$ )	-143 ( $-N_{max}$ )	25
$S_{max} = ES - ei$ ( $-N_{min}$ ) мкм	-	93	-19 ( $-N_{min}$ )	149
$T_{\Delta} = T_D + T_d$ мкм	-	124	124	124
Характер посадки	-	переходная	с натягом	с зазором

### Задача № 5:

**Дано:** При изготовлении новой машины выдержаны размеры:  $D=75^{+0,074}$  и  $d=75^{+0,030}_{-0,104}$ . При ремонте машины отверстие расточили до размера  $D_p=78^{+0,120}$ .

**Требуется:** Определить с какими отклонениями должен быть изготовлен восстановленный вал, чтобы сохранить первоначальные значения предельных зазоров.

### Решение

По условию задачи при ремонте машины необходимо обеспечить:

$$S_{\min} = S_{p \min} \quad \text{и} \quad S_{\max} = S_{p \max}$$

Или аналогичное можно записать через предельные отклонения:

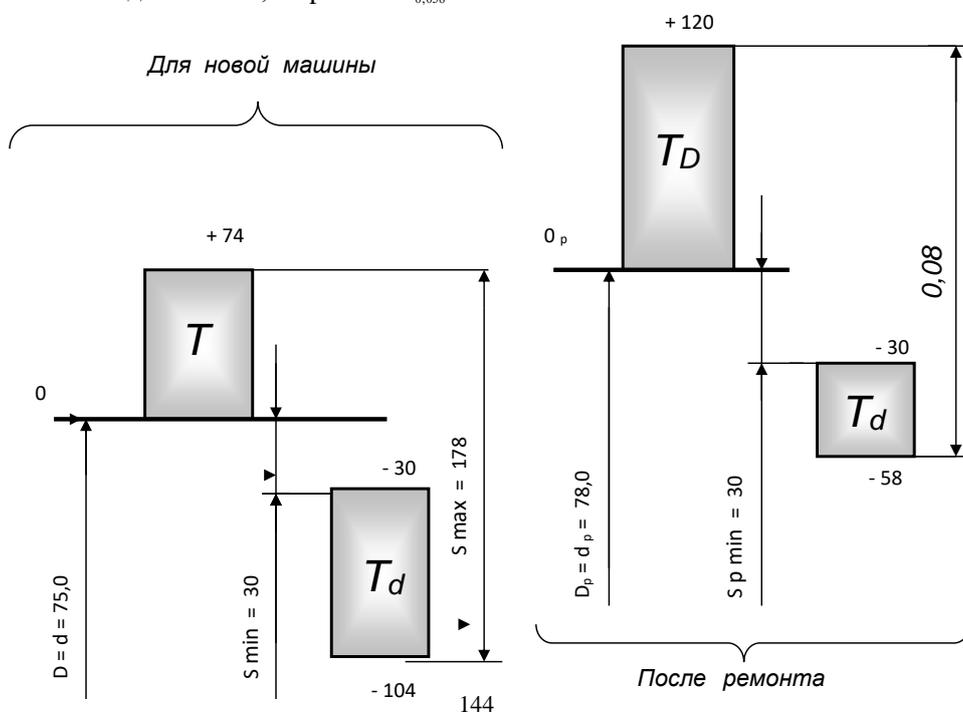
$$EI - es = EI_p - es_p \quad \text{и} \quad ES - ei = ES_p - ei_p$$

Откуда можно определить:

$$es_p = EI_p - EI + es = 0 - 0 + (-0,03) = -0,03 \text{ мм} = -30 \text{ мкм}$$

$$ei_p = ES_p - ES + ei = 0,120 - 0,074 + (-0,104) = -0,058 \text{ мм} = -58 \text{ мкм}$$

Следовательно,  $d_p = 78^{+0,030}_{-0,058}$



### **Контрольные вопросы**

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.
2. Дать определение номинальному, действительному и предельным размерам.
3. Что называется допуском на размер детали? Его графическое изображение.
4. Дать определения валу, отверстию, основному валу, основному отверстию.
5. Что такое посадка? Виды посадок.

**Практическое занятие № 2**  
**«Единая система допусков и посадок» (ЕСДП)**

**Повторить:** сущность основных терминов, понятий и определений, включая общепринятые обозначения:

**Организация ISO и система ЕСДП**

**Квалитет (степень точности):** совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров. Установлено 19 квалитетов, которые обозначают: 01, 0, 1, ... 16, 17 [1].

**Стандартный допуск:** любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок. Обычно при изложении системы допусков и посадок под термином «допуск» понимается «стандартный допуск» [2].

**Единица допуска:** множитель в формулах (уравнениях) допусков, являющийся функцией размера и служащий для определения числового значения допуска  $IT = a * i$ . Начиная с квалитета 5, допуск равен произведению единицы допуска на безразмерный коэффициент, установленный для данного квалитета и независимый от номинального размера [4].

**Основное отклонение:** одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), используемое для определения положения поля допуска относительно нулевой линии. Обычно таким отклонением является отклонение, ближайшее к нулевой линии. Установлено 28 отклонений, которые обозначают буквами: А, В, С, D, ZА, ZВ, ZС → особенности расположения отклонений  $H (h)$  и  $J_s (j_s)$  [3].

**Поле допуска предпочтительного применения (предпочтительное поле допуска):** поле допуска, которое в системе допусков и посадок рекомендуется для первоочередного применения [5].

**Обозначение поля допуска:** → 50 Н7, 50 h6, 50 с6, 50 R7, 50 z7 и др.

**Основание системы** → основная деталь → основное отверстие (вал)

**Основной вал:** вал, верхнее отклонение которого равно нулю

**Основное отверстие:** отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю

*Система отверстия и система вала*

**Посадки в системе отверстия:** посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия [6].

**Посадки в системе вала:** посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала [7].

**Обозначение посадок** → 50 H7/c6, 50 R7/h6, 50 R7/c6, 50 H7/h6

#### **Задача №6**

**Дано:** Две пары деталей с размерами:  $\varnothing 6 \begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,044 \end{smallmatrix}$ ,  $\varnothing 125 \begin{smallmatrix} +0,171 \\ +0,108 \end{smallmatrix}$  и

$\varnothing 10 \begin{smallmatrix} +0,015 \\ -0,078 \end{smallmatrix}$ ,  $\varnothing 55 \begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,078 \end{smallmatrix}$

**Требуется:** Определить расчетом какая деталь в каждой из двух заданных пар деталей является более точной

#### **Решение**

$IT = a * i$ , где «а» - число единиц допуска (коэффициент точности), которое остается постоянным в пределах каждого качества.

$i = 0,45 \sqrt[3]{D_{CP}} + 0,001 D_{CP}$  - единица допуска, мкм

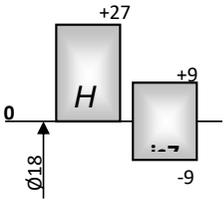
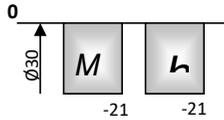
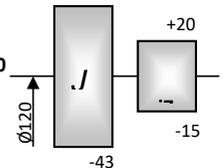
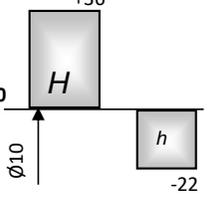
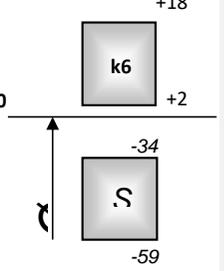
Результаты решения сведем в таблицу

Определяемые параметры	1-ая пара деталей		2-ая пара деталей	
	$\varnothing 6 \begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,044 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 125 \begin{smallmatrix} +0,171 \\ +0,108 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 10 \begin{smallmatrix} +0,015 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 55 \begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,078 \end{smallmatrix}$
$T = ES - EI$ (мкм)	32	63	15	46
$i$ (мкм) по конспекту лекций	0,83	2,5	1,0	1,9
$a = T/i$	38,6	25,2	15	24,2
Квалитет по конспекту лекций	IT 9	IT 8	IT 7	IT 8
Более точная деталь		$\varnothing 125 \begin{smallmatrix} +0,171 \\ +0,108 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 10 \begin{smallmatrix} +0,015 \end{smallmatrix}$	

### Задача №7

#### Пример выполнения первого задания

Для следующих пяти заданных посадок определить: предельные отклонения, допуски на изготовление, предельные зазоры или натяги, допуски посадки, построить схемы полей допусков, вычертить соединение в сборе и отдельные детали.

Определяемые параметры	$\varnothing 18 \frac{H8}{is7}$	$\varnothing 30 \frac{M7}{h7}$	$\varnothing 120 \frac{Js9}{i7}$	$\varnothing 10 \frac{H9}{h8}$	$\varnothing 50 \frac{S7}{k6}$
1. $IT_D$ мкм	27	21	86 (округлили)	36	25
2. $ES$ мкм	$EI + IT = +27$	$-8 + \Delta = -8 + 8 = 0$	$+IT/2 = +43$	$EI + IT = +36$	$-43 + \Delta = -43 + 9 = -34$
3. $EI$ мкм	0	$ES - IT = -21$	$-IT/2 = -43$	0	$ES - IT = -59$
4. $D_{min}$ мм	18,0	29,979	119,957	10,000	49,941
5. $D_{max}$ мм	18,027	30,0	120,043	10,036	49,966
6. $IT_d$ мкм	18	21	35	22	16
7. $es$ мкм	$+IT/2 = +9$	0	$ei + IT = +20$	0	$ei + IT = +18$
8. $ei$ мкм	$-IT/2 = -9$	$es - IT = -21$	-15	$-22(es - IT)$	+2
9. $d_{min}$ мм	17,991	29,979	119,985	9,978	50,002
10. $d_{max}$ мм	18,009	30,0	120,020	10,000	50,018
11. Схема полей допусков					

Продолжение таблицы

Определяемые параметры	$\varnothing 18 \frac{H8}{js7}$	$\varnothing 30 \frac{M7}{h7}$	$\varnothing 120 \frac{Js9}{j7}$	$\varnothing 10 \frac{H9}{h8}$	$\varnothing 50 \frac{S7}{k6}$
12. $S_{min} (-N_{max})$ МКМ 13. $S_{max} (-N_{min})$ МКМ 14. $T_d$ МКМ	$0 - 9 = -9 (-N_{max})$ $27 - (-9) = 36$ $27 + 18 = 45$	$-21 - 0 = -21 (-N_{max})$ $0 - (-21) = 21$ $21 + 21 = 42$	$-43 - 20 = -63 (-N_{max})$ $43 - (-15) = 58$ $86 + 35 = 121$	$0 - 0 = 0$ $36 - (-22) = 58$ $36 + 22 = 58$	$-59 - 18 = -77 (-N_{max})$ $-34 - 2 = -36 (-N_{min})$ $25 + 16 = 41$
15. Соединение в сборе					
16. Отверстие					
17. Вал					

### Задача № 8

Определить условное буквенное обозначение трех заданных посадок

Определяемые параметры	$\varnothing 80 \begin{smallmatrix} \pm 0,060 \\ -0,074 \end{smallmatrix}$		$\varnothing 65 \begin{smallmatrix} +0,214 \\ +0,140 \\ +0,087 \\ +0,041 \end{smallmatrix}$		$\varnothing 100 \begin{smallmatrix} -0,038 \\ -0,073 \\ -0,220 \\ -0,274 \end{smallmatrix}$	
	Отверст.	Вал	Отверст.	Вал	Отверст.	Вал
1. $ES ( es )$	+60	<span style="border: 1px solid black;">0</span>	+214	+87	<span style="border: 1px solid black;">-38</span>	<span style="border: 1px solid black;">-220</span>
2. $EI ( ei )$	-60	-74	<span style="border: 1px solid black;">+140</span>	<span style="border: 1px solid black;">+41</span>	-73	-274
3. $IT = ES - EI$	120	74	74	46	35	54
4. Квалитет	10	9	9	8	7	8
5. Обозначение основного отклонения	<i>Js</i>	<i>h</i>	<i>C</i>	<i>r</i>	<i>R</i>	<i>b</i>
6. Обозначение размера	<i>80 Js10</i>	<i>80 h9</i>	<i>65 C9</i>	<i>65 r8</i>	<i>100 R7</i>	<i>100 b8</i>
7. Обозначение посадки	$\varnothing 80 \frac{Js10}{h9}$		$\varnothing 65 \frac{C9}{r8}$		$\varnothing 100 \frac{R7}{b8}$	
8. Характер посадки	Переходная посадка		С зазором		С зазором	

### Задача № 9

**Дано:**  $D = d = \varnothing 65$  мм;  $T_D = T_d$ ;

$S_{max} = 152$  мкм;  $S_{min} = 60$  мкм;

Система посадки - « h »

**Требуется:** Подобрать по таблицам ЕСДП ближайшую посадку и записать её обозначение

#### Решение:

1. Допуск посадки  $T_s = S_{max} - S_{min} = 152 - 60 = 92$  мкм  $= T_D + T_d$ .

Откуда  $T_D = T_d = \frac{1}{2} T_s = 46$  мкм.

2. По таблицам ЕСДП определяем для  $\varnothing 65$  и  $T_D = T_d = 46$  мкм квалитет точности, который будет соответствовать IT8.

3. По условию задачи посадка выполнена в системе вала, следовательно,

$$es = 0 \text{ и } ei = -46 \text{ мкм.}$$

4. ES и EI определяем исходя из заданных значений  $S_{max}$  и  $S_{min}$ :

$$S_{min} = EI - es, \text{ откуда } EI = S_{min} + es = 60 + 0 = +60 \text{ мкм;}$$

$$S_{max} = ES - ei, \text{ откуда } ES = S_{max} + ei = 152 + (-46) = +106 \text{ мкм.}$$

5. Из двух отклонений  $-EI$  и  $ES$  определяем *основное отклонение*:

$$EI = \boxed{+60}.$$

6. По таблицам ЕСДП определяем для  $\varnothing 65$  обозначение основного отклонения, значение которого максимально приближено к  $EI = \boxed{+60}$ .

Этому соответствует обозначение: **E**, следовательно, можно записать обозначение найденной посадки:

$$\varnothing 65 \frac{E8}{h8} \left( \begin{array}{c} +0,106 \\ +0,060 \\ -0,046 \end{array} \right)$$

### Задача № 10

#### Пример выполнения второго задания

**Дано:**  $\varnothing 120,0$ ;  $N p \max = 360$  мкм;  $N p \min = 250$  мкм; Система - «Н»

**Требуется:** Подобрать по таблицам ЕСДП ближайшую стандартную посадку и записать её обозначение

#### Решение

1. Определение расчетного коэффициента точности посадки

$$a_{\Delta} = \frac{T_{\Delta}}{i},$$

где  $T_{\Delta}$  - допуск посадки, т.е.  $T_{\Delta} = N p \max - N p \min = 360 - 250 = 110$  мкм

Для переходных посадок:  $T_{\Delta} = S p \max + N p \max$

$i$  – единица допуска, для  $\varnothing 120,0$   $i = 2,2$  [ 1, с.282 ],

$$\text{тогда } a_{\Delta} = 110 / 2,2 = 50$$

2. Определение качества точности деталей, входящих в соединение, учитывая, что

$$a_{\Delta} = a_D + a_d = 50$$

По данным [ 1, с.182 или 2, с.43 ] можно установить:

<b><i>a</i></b> Коэффициент точности	10	16	25	40
<b><i>IT</i></b> Квалитет точности	6	7	8	9

Из приведенной таблицы наглядно видно, что для рассматриваемой задачи возможны два следующих варианта:

а)  $a_{\Delta} = a_D + a_d = 50 = 25 + 25$ , что соответствует 8-му качеству как отверстия, так и вала

б)  $a_{\Delta} = a_D + a_d = 50 = 40 + 10$ , что будет соответствовать IT9 для отверстия и IT6 для вала

Вариант а) следует признать *предпочтительным*, т.к. здесь вал и отверстие выполняются по одному среднему – 8-му качеству.

В варианте б) соединение образуется грубо обработанным (по 9-му качеству) отверстием и точно выполненным (по 6-му качеству) валом, т.е. точность изготовления отверстия и вала отличаются на 3 качества, что не рекомендуется ЕСДП.

Поэтому выбираем вариант а), когда отверстие и вал будут изготовлены по 8-му качеству.

3. Определение полей допусков и предельных отклонений деталей, образующих соединение.

Для  $\varnothing 120$  по данным [ 1, с.323 или 2, с.43 ] определяем:

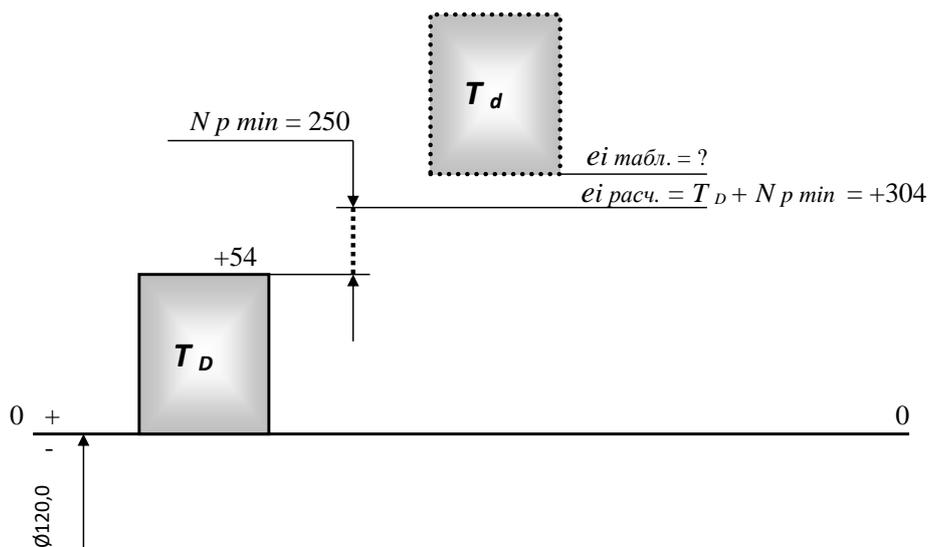
$$IT8 = T_D = T_d = 54 \text{ мкм.}$$

По условию задачи задана система посадки «Н», следовательно поле допуска отверстия будет равно  $H8 (+0,054)$ .

Для образования посадок с натягом, в общем случае, могут быть использованы следующие основные отклонения валов:

$$p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc.$$

Чтобы наглядно представить и определить искомое основное отклонение вала воспользуемся схемой расположения полей допусков

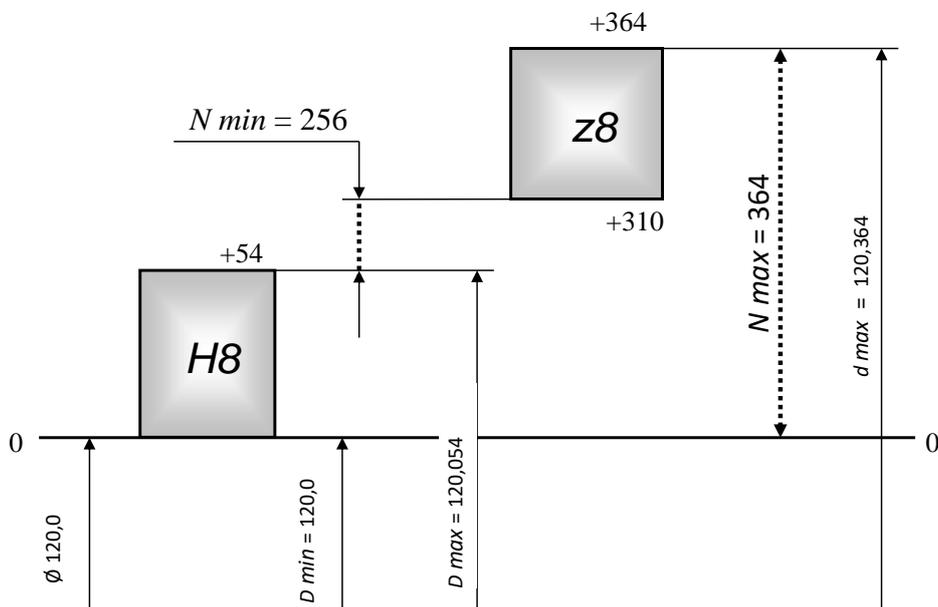


По таблицам ЕСДП [2, с.48] находим, что для  $\varnothing 120,0$  и  $e_i \text{ расч.} = +304$  мкм максимально приближено основное отклонение «z», для которого

$$e_i \text{ табл.} = +310 \text{ мкм.}$$

В результате получаем стандартное соединение  $\varnothing 120 \frac{H8}{z8} \left( \begin{array}{c} +0,054 \\ +0,364 \\ +0,310 \end{array} \right)$

4. Построение схемы расположения полей допусков выбранной посадки



5. Сравнение расчетных и стандартных значений параметров соединения

Расчетные параметры, мкм	Стандартные параметры, мкм	Величина отклонения	
		абсолютная, мкм	относительная, %
$N_{p \max} = 360$	$N_{\max} = 364$	$ N_{p \max} - N_{\max} $ 4	1,1%
$N_{p \min} = 250$	$N_{\min} = 256$	$ N_{p \min} - N_{\min} $ 6	2,4%

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется допуском на размер детали? Его графическое изображение.

2. Дать определения валу, отверстию, основному валу, основному отверстию.

3. Что такое посадка? Виды посадок.

4. Как выбирают посадки с гарантированным зазором?

5. Как выбирают посадки с гарантированным натягом?

**Практическое занятие № 3**  
**«Расчет переходных посадок»**

Расчет переходных посадок заключается в определении вероятности появления зазоров и натягов в соединениях.

**Задача 1:** Установить вероятность получения зазоров и натягов в соединении  $\varnothing 55 \frac{H8}{h7} \left( \begin{matrix} +0,014 \\ -0,032 \\ -0,030 \end{matrix} \right)$ . Производство деталей массовое, технологический процесс изготовления деталей устойчивый, налаженный, в результате чего полагают, что рассеивание размеров деталей в партии будет подчиняться нормальному закону распределения (закону Гаусса).

**Решение**

1. Определяем теоретические предельные и средний зазоры в соединении:

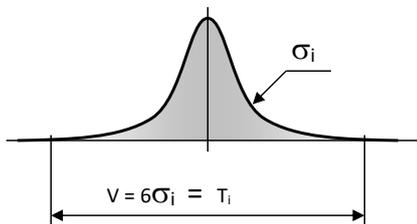
- $S_{max} = ES - ei = 14 - (-30) = 44$  мкм
- $S_{min} = EI - es = -32 - 0 = -32$  (- Nmax)
- $S_{cp} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = \frac{44 + (-32)}{2} = 6$  мкм

2. Находим допуски отверстия и вала

- $T_D = ES - EI = 14 - (-32) = 46$  мкм
- $T_d = es - ei = 0 - (-30) = 30$  мкм

3. Определяем среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) рассеивания размеров отверстия, вала и параметров посадки.

В общем случае  $V = 6\sigma_i$  охватывает 99,73% рассеивания случайной величины. Поэтому на практике принимают  $T_i = 6\sigma_i$ .



Откуда находим:

- $\sigma_D = \frac{T_D}{6} = \frac{46}{6} = 7,7$  мкм
- $\sigma_d = \frac{T_d}{6} = \frac{30}{6} = 5$  мкм
- $\sigma_\Delta = \sqrt{(\sigma_D^2 + \sigma_d^2)} = \sqrt{(7,7^2 + 5^2)} = 9,2$

мкм

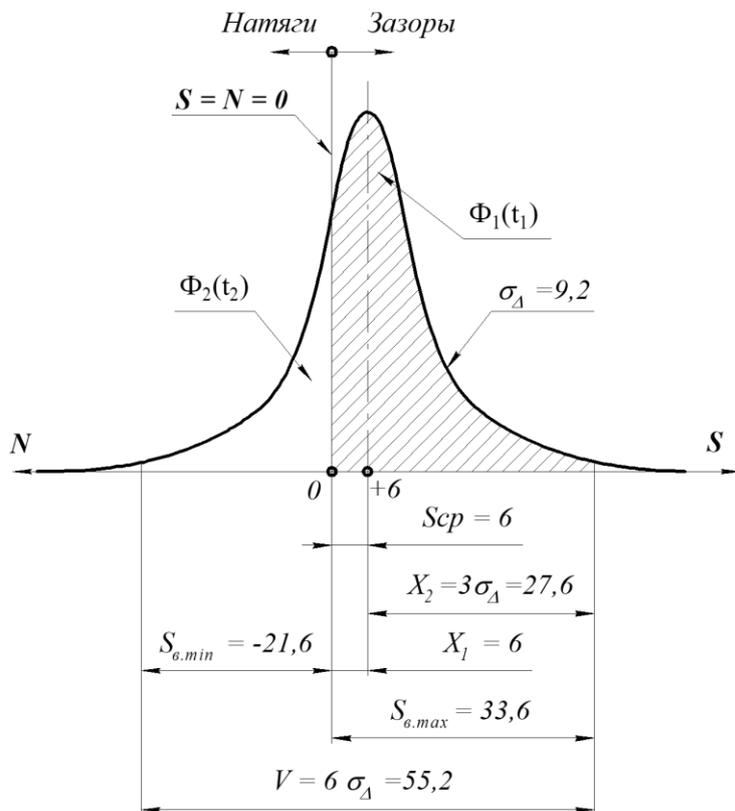
4. Определяем вероятные предельные зазоры

$$S_{v.\max} = S_{\text{ср.}} + 3\sigma_\Delta = 6 + 3 \cdot 9,2 = 33,6 \text{ мкм}$$

$$S_{v.\min} = S_{\text{ср.}} - 3\sigma_\Delta = 6 - 3 \cdot 9,2 = -21,6 \text{ мкм} \quad (-N_{v.\max})$$

5. Полагая, что закон распределения размеров валов и отверстий в пределах поля допуска *нормальный*, то и закон распределения зазоров и натягов будет также *нормальным*.

Поэтому построим кривую нормального распределения зазоров и натягов для рассматриваемого соединения.



6. Чтобы определить вероятность появления зазоров в посадке, сначала вычислим значения коэффициентов риска  $t_i = |X_i| / \sigma_{\Delta}$  для  $X_1 = 6$  и  $X_2 = 3\sigma_{\Delta} = 27,6$ :

$$t_1 = \frac{X_1}{\sigma_{\Delta}} = \frac{6}{9,2} = 0,65 \quad \text{и} \quad t_2 = \frac{X_2}{\sigma_{\Delta}} = \frac{27,6}{9,2} = 3,0$$

7. Определим вероятность появления зазоров в посадке, используя значения нормированной функции Лапласа  $\Phi(t)$  [ 1, Приложение 1, с.322 ].

Тогда  $P_s = \Phi_1(t_1 = 0,65) + \Phi_2(t_2 = 3,0) = 0,2422 + 0,5 = 0,7422$  или 74,22 %

Вероятность появления зазоров в интервале от 0 до 6 мкм  $\uparrow$

Вероятность появления зазоров в интервале от 6 до 33,6 мкм  $\uparrow$

---

8. Определим вероятность появления натягов в посадке

$$P_N = 100 - P_S = 100 - 74,22 = 25,78\%$$

**Задача 2:** Установить вероятность получения зазоров и натягов в

соединении  $\varnothing 18 \frac{H8}{m7} \left( \begin{array}{c} +0,027 \\ +0,025 \\ +0,007 \end{array} \right)$ . Производство деталей массовое,

технологический процесс изготовления деталей устойчивый, налаженный.

### **Решение**

1. Определяем теоретические предельные и средний зазоры в соединении:

- $S_{max} = ES - ei = 27 - 7 = 20$  мкм
- $S_{min} = EI - es = 0 - 25 = -25$  (- Nmax)
- $S_{cp} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = \frac{20 - 25}{2} = -2,5$  мкм

2. Определяем среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) рассеивания размеров отверстия, вала и параметров посадки:

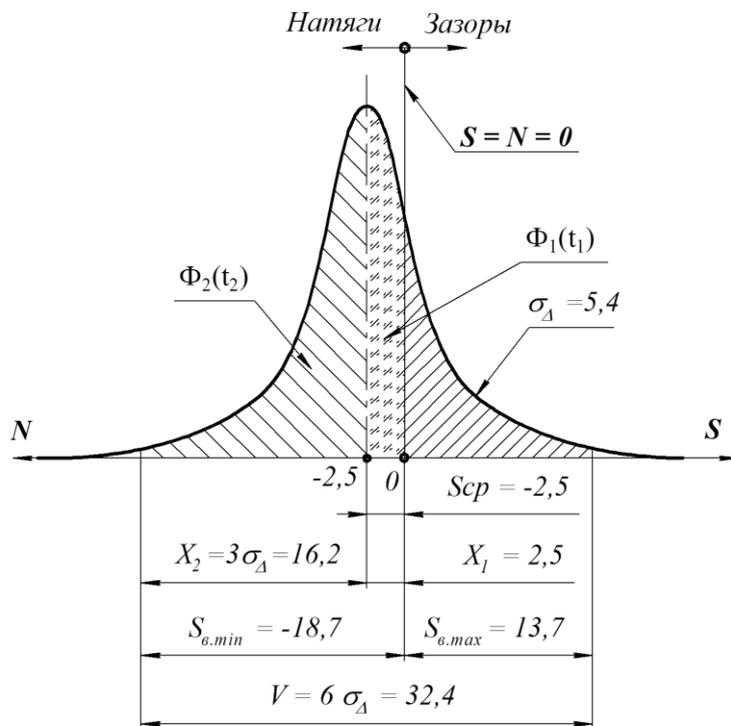
- $\sigma_D = \frac{T_D}{6} = \frac{27}{6} = 4,5$  мкм
- $\sigma_d = \frac{T_d}{6} = \frac{18}{6} = 3$  мкм
- $\sigma_{\Delta} = \sqrt{(\sigma_D^2 + \sigma_d^2)} = \sqrt{(4,5^2 + 3^2)} = 5,4$  мкм

3. Определяем вероятные предельные зазоры

$$S_{v.max} = S_{cp} + 3\sigma_{\Delta} = -2,5 + 3 \cdot 5,4 = 13,7 \text{ мкм}$$

$$S_{v.min} = S_{cp} - 3\sigma_{\Delta} = -2,5 - 3 \cdot 5,4 = -18,7 \text{ мкм (- N v.max)}$$

4. Построим кривую нормального распределения зазоров и натягов для рассматриваемого соединения.



5. Вычисляем значения коэффициентов риска для  $X_1 = 2,5$  и  $X_2 = 16,2$ :

$$t_1 = \frac{|X_1|}{\sigma_{\Delta}} = \frac{2,5}{5,4} = 0,463 \quad \text{и} \quad t_2 = \frac{X_2}{\sigma_{\Delta}} = \frac{16,2}{5,4} = 3,0$$

6. Определим вероятность появления зазоров и натягов в соединении, используя значения нормированной функции Лапласа  $\Phi(t)$  [ 1, Прилож. 1, с.322 ].

$$P_S = \Phi_1(t_1 = 0,463) + \Phi_2(t_2 = 3,0) = 0,1772 + 0,5 = 0,6772 \quad \text{или} \quad 67,72 \%$$

$$P_N = 100 - P_S = 100 - 67,72 = 32,28\%$$

### Контрольные вопросы

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.
2. Законы распределения случайных погрешностей.
3. Что понимается под точностью размера детали?

4. Дать определение номинальному, действительному и предельным размерам.

5. Что называется допуском на размер детали? Его графическое изображение.

6. Дать определения валу, отверстию, основному валу, основному отверстию.

7. Для чего назначают переходные посадки? Привести примеры

#### Практическое занятие № 4

#### «Определение вероятного процента брака деталей»

**Задача 1:** Определить процент вероятного брака при изготовлении партии валов с размером по чертежу  $\varnothing 55 e7 \left( \begin{smallmatrix} -0,060 \\ -0,090 \end{smallmatrix} \right)$ , если поле рассеивания действительных размеров  $V = 42$  мкм и средний диаметр валов совпадает с серединой поля допуска.

#### Решение:

1. Определяем заданные размерные параметры детали:

- $d = 55$  мм
- $T_d = e_s - e_i = -60 - (-90) = 30$  мкм
- $d_{\min} = d + e_i = 55 - 0,09 = 54,91$  мм
- $d_{\max} = d + e_s = 55 + (-0,06) = 54,94$  мм
- $d_{\text{ср}} = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2} = \frac{54,91 + 54,94}{2} = 54,925$  мм

2. Полагая, что действительные размеры деталей рассеиваются по нормальному закону распределения, определим его параметры:

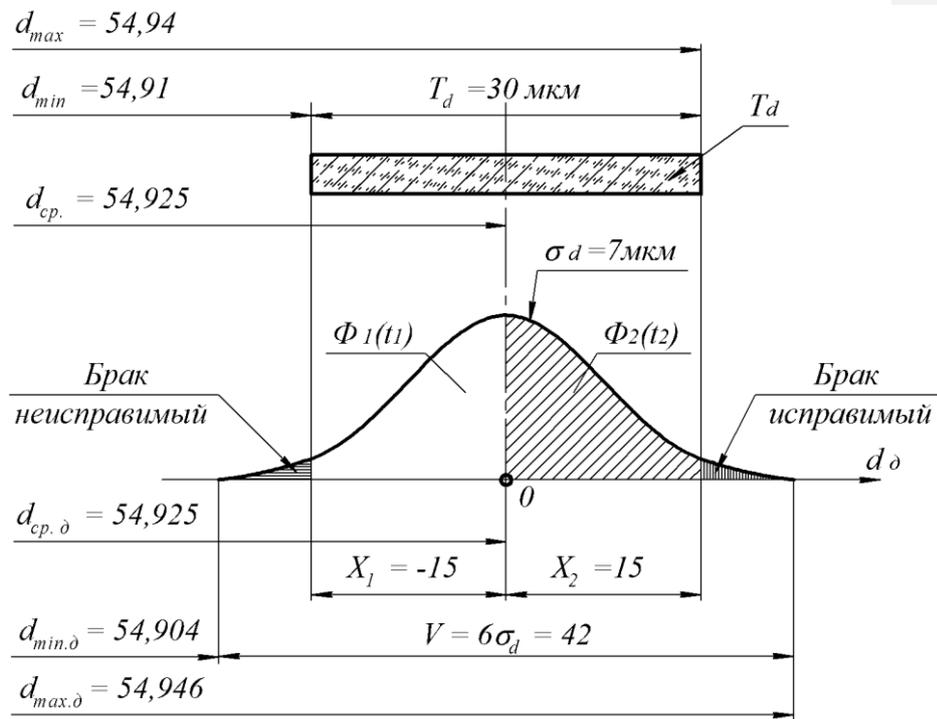
$V = 42$  мкм  $>$   $T_d = 30$  мкм, следовательно, при изготовлении партии деталей *возможен брак*, когда действительные размеры валов выйдут за установленные границы допуска.

Учитывая, что  $V = 6\sigma$ , определим среднее квадратическое отклонение поля рассеивания размеров деталей  $\sigma = \frac{V}{6} = \frac{42}{6} = 7$  мкм.

По условию задачи:  $d_{\text{ср}} = d_{\text{ср. действ.}}$ , тогда:

- $d_{\min. \text{ действ.}} = d_{\text{ср. действ.}} - 3\sigma = 54,925 - 3 * 0,007 = 54,904$  мм
- $d_{\max. \text{ действ.}} = d_{\text{ср. действ.}} + 3\sigma = 54,925 + 3 * 0,007 = 54,946$  мм

3. Построим схему расположения заданного поля допуска и кривую нормального распределения действительных размеров валов.



4. Определяем коэффициенты риска для  $X_1 = -15$  и  $X_2 = +15$ :

$$t_1 = \frac{|X_1|}{\sigma_d} = t_2 = \frac{|X_2|}{\sigma_d} = \frac{15}{7} \approx 2$$

5. Определяем процент годных деталей, используя значения нормированной функции Лапласа для  $t_1 = t_2$ :

$$P_{\text{годн.}} = [\Phi_1(t_1) + \Phi_2(t_2)] * 100 \% = 2 * 0,4772 * 100 = 95,4 \%$$

6. Вероятность брака составит:

$$P_{\text{брака}} = 100 - 95,4 = 4,6 \%, \text{ в том числе:}$$

- брак исправимый  $\frac{1}{2} P_{\text{брака}} = 2,3 \%$
- брак неисправимый  $\frac{1}{2} P_{\text{брака}} = 2,3 \%$

**Задача 2:** Определить процент вероятного брака при изготовлении партии валов с размером по чертежу  $\varnothing 55 e7 \begin{pmatrix} -0,060 \\ -0,090 \end{pmatrix}$ , если поле рассеивания

действительных размеров  $V = 42$  мкм и оно сместилось относительно середины поля допуска на  $+3$  мкм, т.е.  $\alpha = +3$  мкм.

**Решение:**

1. Определяем заданные размерные параметры детали:

- $d = 55$  мм
- $Td = es - ei = -60 - (-90) = 30$  мкм
- $d_{\min} = d + ei = 55 - 0,09 = 54,91$  мм
- $d_{\max} = d + es = 55 + (-0,06) = 54,94$  мм
- $d_{\text{ср}} = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2} = \frac{54,91 + 54,94}{2} = 54,925$  мм

Полагая, что действительные размеры деталей рассеиваются по нормальному закону распределения, определим его параметры:

$V = 42$  мкм  $>$   $Td = 30$  мкм, следовательно, при изготовлении партии деталей *возможен брак*, когда действительные размеры валов выйдут за установленные границы допуска.

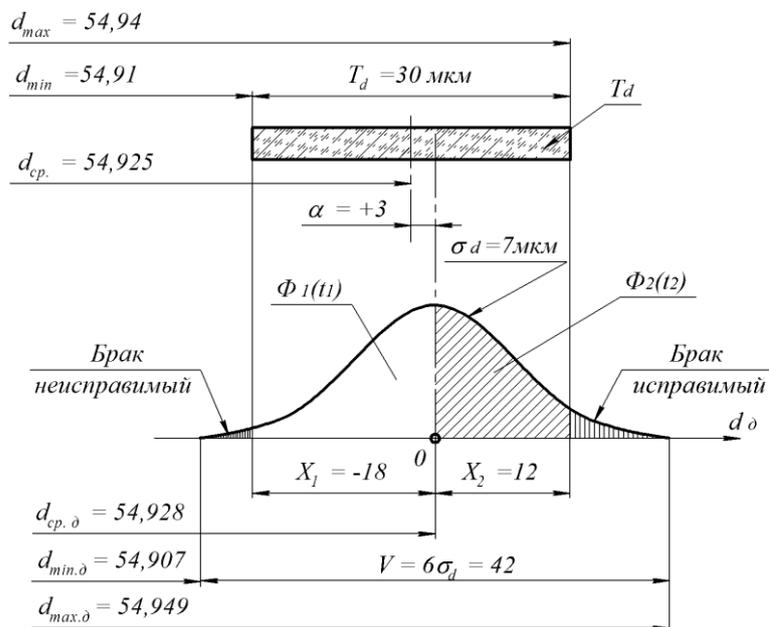
Учитывая, что  $V = 6\sigma$ , определим среднее квадратическое отклонение поля рассеивания размеров деталей  $\sigma = \frac{V}{6} = \frac{42}{6} = 7$  мкм.

По условию задачи *поле рассеивания действительных размеров  $V$  сместилось относительно середины поля допуска на  $+3$  мкм, т.е.  $\alpha = +3$  мкм.*

Следовательно,  $d_{\text{ср. действ.}} = d_{\text{ср}} + \alpha = 54,925 + 3 = 54,928$  мм, тогда:

- $d_{\min. \text{ действ.}} = d_{\text{ср. действ.}} - 3\sigma = 54,928 - 3 * 0,007 = 54,907$  мм
- $d_{\max. \text{ действ.}} = d_{\text{ср. действ.}} + 3\sigma = 54,928 + 3 * 0,007 = 54,949$  мм

2. Построим схему расположения заданного поля допуска и кривую нормального распределения действительных размеров валов.



7. Определяем коэффициенты риска для  $X_1 = -18$  и  $X_2 = +12$ :

$$t_1 = \frac{|X_1|}{\sigma_d} = \frac{18}{7} = 2,6 \quad \text{и} \quad t_2 = \frac{|X_2|}{\sigma_d} = \frac{12}{7} \approx 1,7$$

8. Определяем процент годных деталей, используя значения нормированной функции Лапласа для  $t_1$  и  $t_2$ :

$$P_{\text{годн.}} = [\Phi_1(t_1) + \Phi_2(t_2)] * 100\% = [0,4953 + 0,4554] * 100 = 95\%$$

9. Вероятность брака составит:

$$P_{\text{брака}} = 100 - P_{\text{годн.}} = 100 - 95 = 5\%, \quad \text{в том числе:}$$

- брак неисправимый  $[0,5 - \Phi_1(t_1)] * 100 = (0,5 - 0,4953) * 100 = 0,5\%$
- брак исправимый  $[0,5 - \Phi_2(t_2)] * 100 = (0,5 - 0,4554) * 100 = 4,5\%$

**Вывод:** Сравнивая результаты решения этих двух задач видно, что на значение вероятного процента брака влияет не только величина поля рассеивания действительных размеров  $V$ , но и его положение относительно середины поля допуска. Так, смещение центра группирования на 3 мкм при том же значении поля допуска привело к увеличению вероятного процента брака с 4,6% до 5%, а брак исправимый увеличился почти в 2 раза.

### Практическое занятие № 5

#### «Выбор универсального средства измерения. Предельные калибры»

УСИ применяют в единичном и мелкосерийном производстве и выбирают с учетом метрологических и экономических факторов.

В первую очередь всегда учитывают два основных метрологических показателя:

1.  $\delta$  - допускаемая погрешность измерения [ 1, с.344; 3, с.42-43 ]

Пояснить, что  $\delta = f(D, T_D)$

2.  $\Delta \lim_{\text{УСИ}}$  – предельная погрешность УСИ [ 1, с.346; 3, с.44-46 ]

При выборе УСИ необходимо соблюдать условие:

$$\Delta \lim_{\text{УСИ}} \leq \delta$$

**ПРИМЕР:** Обоснованно выбрать УСИ вала  $\varnothing 50 \text{ h9 } \left( \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,062 \end{smallmatrix} \right)$

1. Определяем допускаемую погрешность измерения.

Для  $d = 50 \text{ мм}$  и  $IT9 = 62 \text{ мкм}$  находим  $\delta = 16 \text{ мкм}$  [ 3, с.42 ]

2. Определяем возможные УСИ, которые удовлетворяют условию

$$\Delta \lim_{\text{УСИ}} \leq \delta$$

По данным [ 3, с.44-45 ] этому условию удовлетворяют следующие УСИ:

- Микрометр гладкий типа МК 25-50 с ценой деления 0,01 мм, у которого  $\Delta \lim_{\text{УСИ}} = 5 \text{ мкм}$ ;

- Микрометр рычажный типа МР 25-50 с ценой деления 0,01 мм, у которого  $\Delta \lim_{\text{УСИ}} = 6 \text{ мкм}$ ;

- Скоба рычажная с ценой деления 0,005 мм, у которой

$\Delta \lim_{\text{УСИ}} = 5 \text{ мкм}$ ;

3. Окончательный выбор УСИ вала произведем с учетом технико-экономических показателей, отдав предпочтение микрометру типа МК 25-50,

как наиболее дешевому, распространенному и доступному УСИ.

Результаты выбора УСИ представим в виде следующей таблицы.

Измеряемый параметр детали	Td, мкм	δ, мкм	Выбранное УСИ		
			Наименование	Δ lim <sub>УСИ</sub>	Достоинства
Ø50h9 (-0,062)	62	16	Микрометр гладкий типа МК 25-50 с ценой деления 0,01 мм при измерении в руках	5	- низкая стоимость; - распространенность; - доступность

### 1. Общие сведения о предельных калибрах

**Калибры** – это бесшкальные измерительные инструменты, применяемые для контроля, а не для измерения, деталей от 6-го до 17-го квалитетов в серийном и массовом производстве, а также в ремонтной практике [7].

Калибры классифицируют по различным признакам.

1. **По способу контроля** различают калибры нормальные и предельные.

К **нормальным** относят калибры типа шаблонов для контроля профилей деталей сложной формы. При контроле нормальным калибром о годности детали судят по величине зазора между контурами детали и шаблона.

**Предельными** называют калибры, выполненные по предельным размерам контролируемого изделия. Такими калибрами контролируют гладкие цилиндрические, конические, резьбовые, шлицевые и другие поверхности деталей [1].

Для контроля отверстий и валов применяют *гладкие предельные калибры*, которые называют соответственно:

**калибрами – пробками** и **калибрами - скобами**.

Предельные калибры всегда изготавливают и применяют комплектом, который содержит два предельных калибра:

**Проходной (ПР)**, который должен под действием собственного веса проходить при контроле годной детали;

**Непроходной (НЕ)**, который не должен проходить.

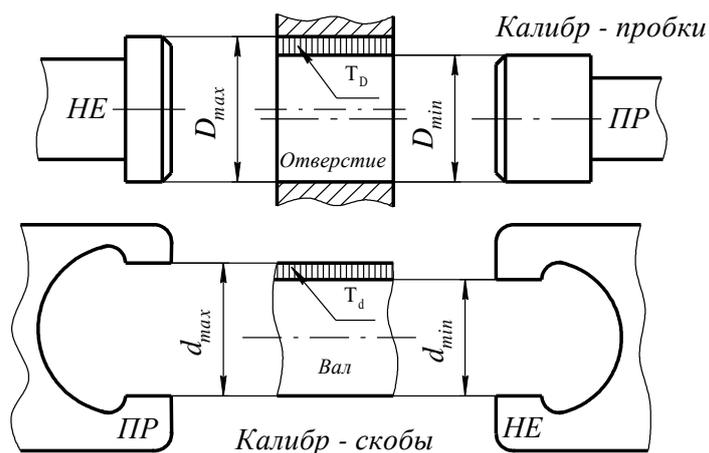


Рис. 1 Схема контроля деталей гладкими предельными калибрами.

Таким образом, с помощью предельных калибров можно очень быстро проконтролировать и рассортировать партию деталей на три группы:

- Если **оба калибра** – и проходной ПР и непроходной НЕ - **не проходят**, значит, деталь негодная, *но брак исправимый*;
- Если проходной ПР **проходит**, а непроходной НЕ **не проходит** – *деталь годная*;
- Когда **оба калибра проходят**, значит, имеет место *неисправимый брак*.

**2. По конструкции** различают следующие разновидности калибров:

- односторонние и двухсторонние;
- регулируемые и нерегулируемые;
- полные и неполные (только пробки);
- односторонние двухпредельные (только скобы).

Кроме того, скобы могут быть по способу изготовления кованными, штампованными и листовыми.

3. По назначению различают предельные калибры:

а) Рабочие:

- $P - PP$  рабочий проходной
- $P - NE$  рабочий непроходной

Рабочие калибры предназначены непосредственно для контроля деталей при их изготовлении или ремонте на рабочих местах. Эти калибры используют рабочие и контролеры.

б) Приемные:

- $P - PP$  приемный проходной
- $P - NE$  приемный непроходной

в) **Контрольные** (контркалибры, т.е. калибры для контроля калибров) применяют для установки на размер регулируемых калибров – скоб и контроля нерегулируемых калибр – скоб.

Применяют три контркалибра:

- $K - PP$  проверяют  $P - PP$
  - $K - NE$  проверяют  $P - NE$
- }  $K - PP$  и  $K - NE$  должны проходить через годный калибр, в противном случае контролируемая скоба изымается из эксплуатации

•  $K - И$  проверяют износ проходной скобы: через годную скобу он проходить не должен. Если  $K - И$  вошел в скобу, следовательно, её износ превысил допустимую величину.

## 2 Допуски гладких калибров

Допуски размеров гладких предельных калибров устанавливает ГОСТ 24853-81 [3, с.47-48].

Рассмотрим в качестве примера схему расположения полей допусков

для контроля отверстий и валов в соединении  $\varnothing 40 \frac{H7}{k6} \left( \begin{matrix} +0,025 \\ +0,018 \\ +0,002 \end{matrix} \right)$ .

Принятые обозначения и особенности схем на рис. 2 и 3:

1.  $H$  – допуск на изготовление калибр – пробок;
2.  $H_1$  – допуск на изготовление калибр – скоб;

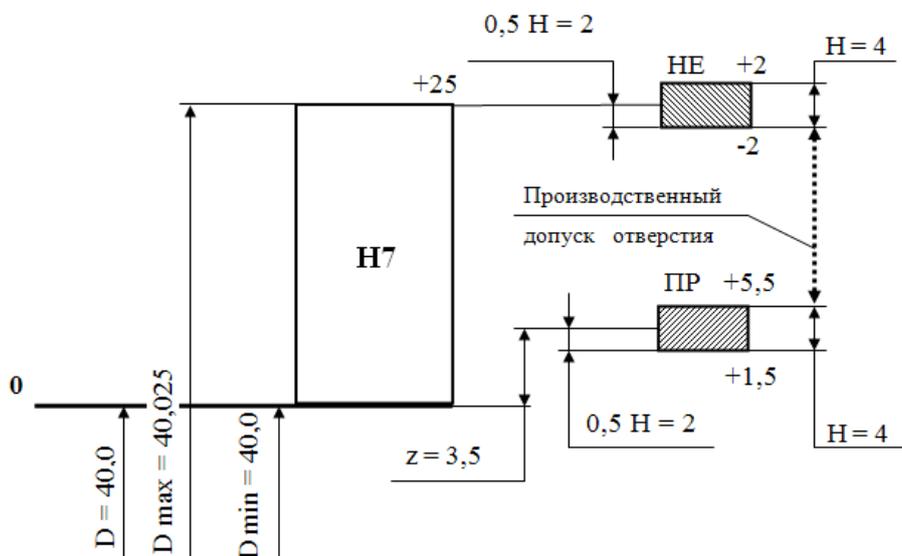


Рис. 2 Схема расположения полей допусков на изготовление калибра - пробки для контроля отверстия  $\varnothing 40 H7 (+0,025)$

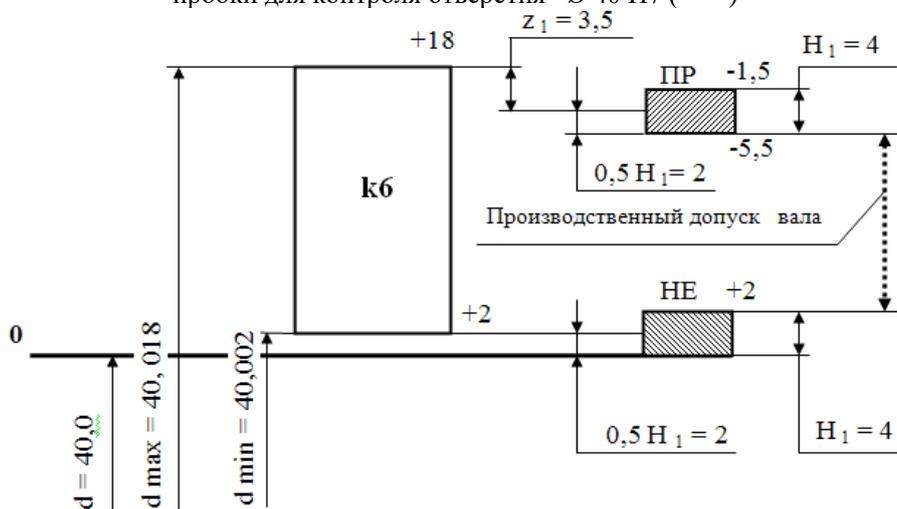


Рис. 3 Схема расположения полей допусков на изготовление калибра - скобы для контроля вала  $\varnothing 40 k6 (+0,018)$

3. Отклонения калибров отсчитывают от соответствующих предельных размеров контролируемого изделия, выступающих в роли

номинальных размеров калибров. Например, номинальные размеры:

• для калибра – пробки: **ПР**  $\equiv D_{\min}$  и **НЕ**  $\equiv D_{\max}$ ;

• для калибра – скобы: **ПР**  $\equiv d_{\max}$  и **НЕ**  $\equiv d_{\min}$ .

4. В процессе работы калибры **НЕ** почти не изнашиваются, то поле допуска на обработку непроходной стороны расположено симметрично относительно своего номинального размера :  $D_{\max}$  и  $d_{\min}$ .

5. Учитывая, что проходные калибры изнашиваются, то середина поля допуска на изготовление калибров **ПР** смещена относительно своего номинального размера на  $Z$  для пробки и на  $Z_1$  для скобы.

Смещение производится «в тело» контролируемой детали, что сокращает производственный допуск и усложняет обработку, особенно при малых качествах точности изделия (IT6...IT8).

### 3. Расчет исполнительных размеров калибров

**Исполнительный размер** – предельный размер калибра, по которому изготавливают новый калибр и проставляют на его чертеже.

Отклонения на чертежах проставляют в тело калибра, поэтому исполнительными размерами являются:

• для скобы – её наименьший предельный размер с положительным отклонением ( $^{+H1}$ );

• для пробки – её наибольший предельный размер с отрицательным отклонением ( $^{-H}$ ).

Размеры калибров определяют по формулам, приведенным в таблице.

Калибр		Размеры калибра, мм	
		Номинальный	Исполнительный
Пробка	ПР	D min	$(D \text{ min} + Z + \frac{H}{2})_{-H}$
	НЕ	D max	$(D \text{ max} + \frac{H}{2})_{-H}$
Скоба	ПР	d max	$(d \text{ max} - Z_1 - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$
	НЕ	d min	$(d \text{ min} - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$

При расчете исполнительных размеров калибров необходимо пользоваться следующими правилами округления:

1. Для изделий 15 -17 квалитетов округление следует производить до целого числа мкм.
2. Для изделий 6 – 14 квалитетов размеры следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, при этом допуск на калибры сохраняется.
3. Размеры, оканчивающиеся на 0,25 и 0,75 мкм, следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, в сторону уменьшения производственного допуска изделия.

#### 4. Оформление чертежей калибров

Чертежи калибров выполняют в соответствии с требованиями стандартов на конструкцию калибров [ 3, с.49-56 ].

На чертежах калибров указывают:

1. Исполнительные размеры ПР и НЕ сторон калибра.
2. Шероховатость мерительных поверхностей калибра, которая выбирается в зависимости от качества точности контролируемой детали по

следующей таблице.

Квалитет точности детали	Отверстий		
	6 и 7	8...10 кроме H10	11, 12 и H10
	Валов		
	5 и 6	7...10 кроме h10	11, 12 и h10
Шероховатость мерительных поверхностей калибра	$\sqrt{Ra}$	$\sqrt{0.16}$	$\sqrt{Ra}$

3. Маркировка калибра, которая должна содержать следующие данные:

- Номинальный размер и поле допуска контролируемой детали;
- Верхнее и нижнее отклонение контролируемой детали;
- Назначение сторон калибра – ПР и НЕ.

### 5. Пример расчета

**Задание:** Спроектировать предельные калибры для контроля отверстия

и вала в соединении  $\varnothing 40 \frac{H7}{k6} \left( \begin{array}{c} +0,025 \\ +0,018 \\ +0,002 \end{array} \right)$ .

**Решение:**

1. Определяем предельные размеры контролируемых деталей – отверстия и вала:

$$D_{\min} = D + EI = 40 + 0 = 40,0 \text{ мм}$$

$$D_{\max} = D + ES = 40 + 0,025 = 40,025 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d + ei = 40 + 0,002 = 40,002 \text{ мм}$$

$$d_{\max} = d + es = 40 + 0,018 = 40,018 \text{ мм}$$

2. По данным [ 3, с.48 ] определяем допуски и отклонения калибров:

- Для отверстия IT7:  $Z = 3,5 \text{ мкм}$  и  $H = 4,0 \text{ мкм}$

- Для вала IT6:  $Z_1 = 3,5$  мкм и  $H_1 = 4,0$  мкм

3. Строим схему расположения полей допусков отверстия, вала и рабочих калибров (см. выше рисунки 2 и 3).

4. Определяем исполнительные размеры калибра-пробки:

**Проходная сторона ПР:**

$$d_{\text{ПР}_{\text{max}}} = D_{\text{min}} + Z + \frac{H}{2} = 40,0 + 0,0035 + \frac{0,004}{2} = 40,0055 \text{ мм}$$

*Исполнительный размер на чертеже пробки ПР:*  $40,0055_{-0,004}$

**Непроходная сторона НЕ:**

$$d_{\text{НЕ}_{\text{max}}} = D_{\text{max}} + \frac{H}{2} = 40,025 + \frac{0,004}{2} = 40,027 \text{ мм}$$

*Исполнительный размер на чертеже пробки НЕ:*  $40,027_{-0,004}$

5. Определяем исполнительные размеры калибра-скобы:

**Проходная сторона ПР:**

$$D_{\text{ПР}_{\text{min}}} = d_{\text{max}} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 40,018 - 0,0035 - \frac{0,004}{2} = 40,0125 \text{ мм}$$

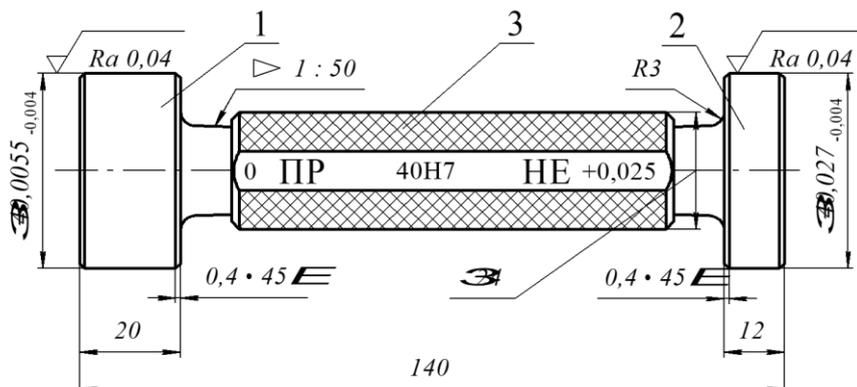
*Исполнительный размер на чертеже ПР:*  $40,0125^{+0,004}$

**Непроходная сторона НЕ:**

$$D_{\text{НЕ}_{\text{min}}} = d_{\text{min}} - \frac{H_1}{2} = 40,002 - \frac{0,004}{2} = 40,000 \text{ мм}$$

*Исполнительные размеры на чертеже НЕ:*  $40,000^{+0,004}$

6. Выполняем чертежи калибров, представленные на рис.4 и 5 (по аналогии с примерами [ 3, с.57 – 58 ]).



- 1 – Вставка ПР ГОСТ 14810-69\*;  
 2 – Вставка НЕ ГОСТ 14810-69\*;  
 3 – Ручка ГОСТ 14748-69

1. Измерительные детали калибра-пробки должны быть изготовлены из сталей марок X ГОСТ 5950-73 или ШХ15 ГОСТ 801-78.

Допускается изготовление измерительных деталей из сталей марок У10А или У12А ГОСТ 1435-74.

2. Измерительные поверхности, поверхности заходных и выходных фасок (притуплений) пробок (кроме неполных) диаметром от 6 до 100 мм должны иметь хромовое износостойчивое покрытие по ГОСТ 9.073-77.

3. Измерительные поверхности, поверхности заходных и выходных фасок (притуплений) калибров должны иметь твердость: для пробок с хромовым покрытием – HRC 56-64; для остальных калибров - HRC 58-64.

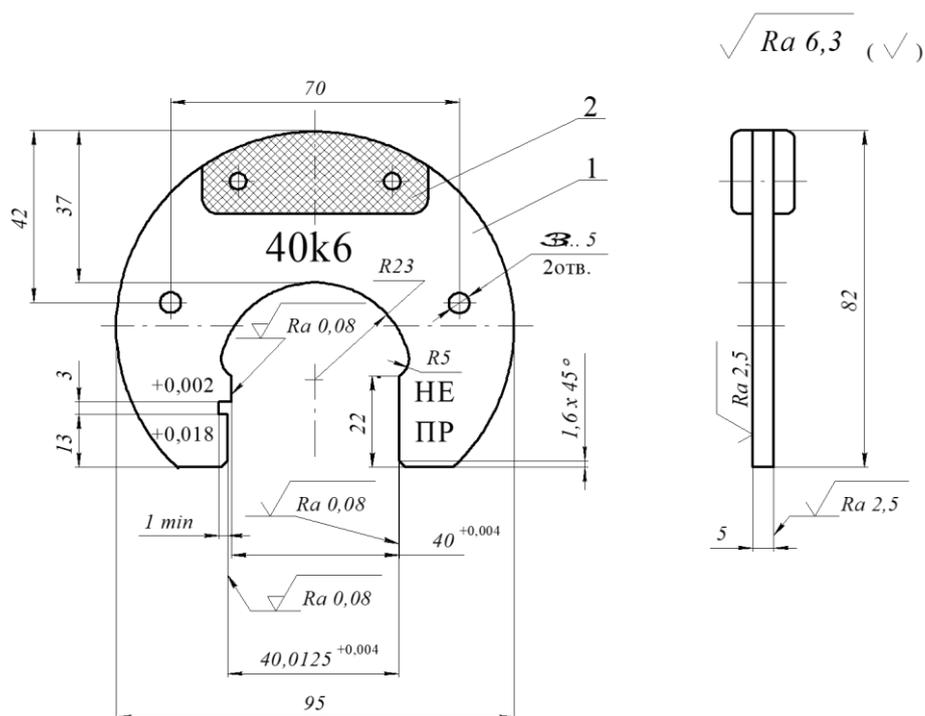
4. Нерабочие поверхности металлических деталей должны иметь покрытие Хим. Окс. прм. или Хим. Фос. прм. ГОСТ 9.073-77.

5. Измерительные детали калибров должны быть подвергнуты старению.

6. На измерительных поверхностях, поверхностях заходных и выходных фасок (притуплений) калибров дефекты не допускаются. На остальных поверхностях калибров не должно быть дефектов, ухудшающих внешний вид или влияющих на эксплуатационные качества калибров.

7. Неуказанные предельные отклонения размеров должны быть выполнены: отверстий – по H14, валов – по h14, остальных  $\pm IT 14 / 2$ .

Рис.4 Пример выполнения чертежа калибра – пробки для контроля гладкого отверстия  $\varnothing 40H7 (+0,025)$



1 – Корпус; 2 – Ручка – накладка ГОСТ 18369.

1. Корпус калибра – скобы должен изготавливаться из стали марок 15 или 20 по ГОСТ 1050-88. Допускается изготовление из стали марок У8А, У10А или У12А по ГОСТ 1435-74.

2. При изготовлении корпуса калибра из цементируемой стали (марок 15 или 20), толщина слоя цементации должна быть не менее 0,5 мм.

3. Твердость рабочих поверхностей, поверхностей заходных и выходных фасок (притуплений) должна быть в пределах HRC 58 ... 64.

4. Нерабочие поверхности металлических деталей должны иметь покрытие Хим. Окс. прм. или Хим. Фос. прм. ГОСТ 9.073-77.

5. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий – Н14, валов – h14, остальных  $\pm IT 14 / 2$ .

6. Дефекты на рабочих поверхностях, а также на поверхностях заходных и выходных фасок (притуплений) не допускаются; на остальных поверхностях не должно быть дефектов, ухудшающих внешний вид калибра.

7. Ручки – накладки допускается крепить приклеиванием или методом горячей формовки. Клеевой шов должен обеспечивать неразъемность соединения. Прочность на сдвиг – не менее 4 МПа (40 кг / см<sup>2</sup>).

Рис.5 Пример выполнения чертежа калибра – скобы для контроля

гладкого вала  $\varnothing 40k6 \begin{pmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{pmatrix}$

### Контрольные вопросы

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.
2. Законы распределения случайных погрешностей.
3. Что понимается под точностью размера детали?
4. Дать определение номинальному, действительному и предельным размерам.
5. Назначение и виды калибров.
6. Перечислить основные параметры шероховатости поверхности детали.
7. Каким образом на чертеже детали показываются допустимые отклонения формы и расположения поверхностей.

**Практическое занятие № 6**  
**«Метод полной взаимозаменяемости»**

**Сущность метода:** МПВ - метод, при котором требуемая точность  $\Delta$  РЦ достигается у всех объектов (изделий) путём включения в неё (в РЦ) составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их значений.

**Преимущества метода:**

1. Простота достижения требуемой точности при сборке и ремонте, т.к. сборка сводится к простому соединению деталей.
2. Возможность широкого кооперирования заводов и упрощение снабжения запасными частями.
3. Возможность привлечения на сборку рабочих, не обладающих высокой квалификацией.
4. Упрощается нормирование и организация процессов во времени.

**Недостаток МПВ:** допуски  $A_i$  РЦ получаются наименьшими, чем при всех остальных методах, что приводит к увеличению трудоёмкости и себестоимости изготовления деталей, входящих в изделие.

МПВ основан на расчёте РЦ методом «максимума-минимума». Поэтому МПВ может оказаться иногда неэкономичным.

**Область применения МПВ**

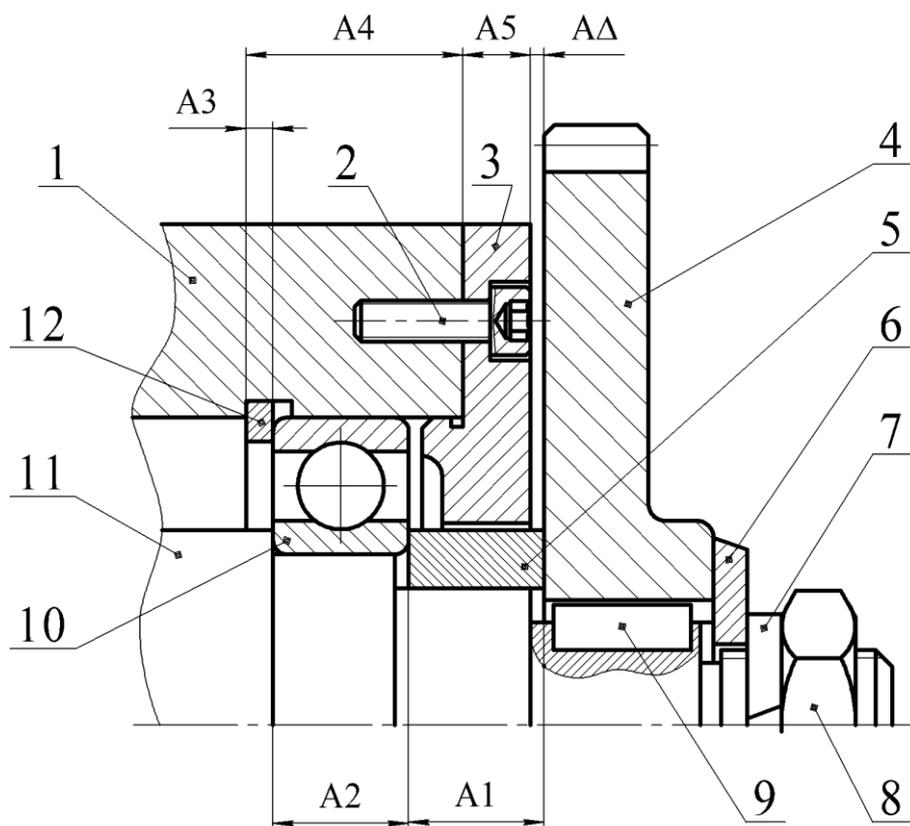
Весьма широко распространён во всех типах производства, начиная от единичного и кончая массовым. Обычно метод применяют для РЦ, которые имеют сравнительно большой допуск на  $\Delta$  и небольшое число  $A_i$ .

**ПРИМЕР: Метод полной взаимозаменяемости**

(с расчётом РЦ по методу «max – min»)

**Дано:** По служебному назначению механизма трактора МТЗ-80 требуется, чтобы зазор между торцами крышки и зубчатого колеса был выдержан в пределах  $2 \pm 0,4$  мм.

**Требуется:** обосновать выбор метода достижения требуемой точности изделия и определить допуски и предельные отклонения для всех размеров деталей, влияющих на величину заданного зазора  $A\Delta$ .



Состав изделия: 1 – Корпус; 2 – Винт ГОСТ 11738-84; 3 – Крышка;  
 4 – Колесо зубчатое; 5 – Втулка; 6 – Шайба специальная; 7 – Шайба стопорная  
 ГОСТ 6402-70 ; 8 – Гайка ГОСТ 5929-70; 9 – Шпонка ГОСТ 23360-78;  
 10 – Подшипник 210 ГОСТ 8338-75; 11 – Вал ступенчатый; 12 – Кольцо  
 стопорное

**РЕШЕНИЕ:**

1. В данной задаче замыкающим звеном является зазор  $A\Delta = 2 \pm 0.4$   
 мм

Определяем заданные параметры  $A \Delta$  ( в дальнейшем все заданные параметры будем записывать в квадратных скобках ):

$$[ A \Delta ] = 2 \text{ мм}$$

$$[ A \Delta \max ] = 2,4 \text{ мм}$$

$$[ A \Delta \min ] = 1,6 \text{ мм}$$

$$[ T A \Delta ] = 0,8 \text{ мм}$$

$$[ E_s A \Delta ] = +0,4 \text{ мм}$$

$$[ E_i A \Delta ] = -0,4 \text{ мм}$$

$$[ E_c A \Delta ] = 0$$

2. По сборочному чертежу выявляем размеры деталей, влияющие на величину зазора  $A \Delta$  :

$A1$  – длина втулки

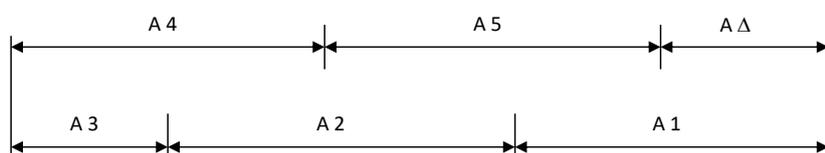
$A2$  – ширина подшипника,  $A2 = 20_{-0,2}$  ( размер по стандарту )

$A3$  – толщина стопорного кольца

$A4$  – размер корпуса от торца до канавки под стопорное кольцо

$A5$  – толщина крышки

3. Составляем схему РЦ



Увеличивающие звенья:  $A1, A2, A3$

Уменьшающие звенья:  $A4, A5$

По мере решения задачи результаты заносим в сводную таблицу «Результаты расчёта РЦ «А».

4. Определяем номинальные размеры составляющих звеньев РЦ с учётом масштаба изображения на сборочном чертеже и округления их до нормальных линейных размеров по стандарту [ 3, с.13-14 ].

$$A1 = 18 \text{ мм}$$

$$A2 = 20_{-0,2} \text{ (ширина подшипника)}$$

$$A_3 = 4 \text{ мм}$$

$$A_4 = 30 \text{ мм}$$

$$A_5 = 10 \text{ мм}$$

5. Составляем основное уравнение РЦ в номиналах и проверяем найденные значения  $A_i$

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n A_i = A_1 + A_2 + A_3 - A_4 - A_5 = 18 + 20 + 4 - 30 - 10 = 2 = [A_{\Delta}]$$

Следовательно, номинальные размеры  $A_i$  назначены верно.

Результаты запишем в сводную таблицу.

В случае, *когда проверка даёт неудовлетворительные результаты*, в номинальные размеры одного или нескольких звеньев *вносят необходимые коррективы*.

6. Определяем единицу допуска « $i$ », соответствующую найденным значениям номинальных размеров  $A_i$ , используя данные [3, с.17]:

$$i_1 = 1,21 \text{ мкм}$$

$$i_3 = 0,83 \text{ мкм}$$

$$i_4 = 1,44 \text{ мкм}$$

$$i_5 = 1,00 \text{ мкм} \quad (\text{Найденные значения также заносим в таблицу})$$

7. Определяем среднее число единиц допуска (средний коэффициент точности), полагая, что размеры всех  $A_i$  выполнены по одному качеству за исключением звена  $A_2$  (ширина подшипника), точность которого известна  $-20_{-0.2}$

$$a_c = \frac{[TA_{\Delta}] - \sum TA_i \text{ изв}}{\sum_{i=1}^{n-q} i A_i \text{ опр}} = \frac{800 - 200}{1,21 + 0,83 + 1,44 + 1,0} = 134$$

Учитывая, что  $a_c = 134 > 100$ , следовательно, требуемая точность  $A \Delta$  может быть достигнута методом полной взаимозаменяемости, а для решения РЦ необходимо воспользоваться методом «max-min».

8. Определяем квалитет точности размеров  $A_i$ , учитывая что  $a_c = 134$ .

По данным [3, с.17] находим, что для IT11  $a_{\text{станд.}} = 100$  и для IT12  $a_{\text{станд.}} = 160$ , т.е. полученный коэффициент точности  $a = 134$  не подходит близко ни к одному квалитету, а имеет среднее значение между 11-м и 12-м квалитетами.

Квалитет	11	12
$a_{\text{стандартн.}}$	100	160

В этом случае возможно 2 пути решения задачи:

а) Можно на часть звеньев, более сложных в изготовлении, назначить допуски по ближайшему грубому квалитету, т.е. 12-му квалитету, а на остальные звенья – по более точному - 11-му квалитету.

При этом должно соблюдаться условие  $\sum_{i=1}^n TA_i \leq [TA \Delta]$

Чтобы не заниматься подбором допусков  $TA_i$  и дополнительной их корректировкой, воспользуемся вторым путём - б).

б) Чтобы уравнение РЦ в допусках соблюдалось сразу, воспользуемся **корректирующим звеном**, при выборе которого необходимо руководствоваться следующим:

Если  $a_{\text{станд.}} < a_c$ , то корректирующим выбирают «более сложное звено» (в технологическом отношении) и если  $a_{\text{станд.}} > a_c$ , то технологически более простое.

В нашем примере назначим для всех  $A_i$  12-й квалитет точности, т.е.  $a_{\text{станд.}} = 160 > a_c = 134$  и поэтому **в качестве корректирующего звена выбираем** технологически более простое **звено  $A_1$** .

9. Назначаем допуски размеров  $A_i$  для 12-ого квалитета точности, исключая корректирующее звено  $A_1$ .

По данным [ 3, с.18 ] находим

$A_2 = 20_{-0,2}$  (ширина подшипника)

$A_3 = 4$  мм

$TA_3 = 0,12$

$A_4 = 30$  мм

$TA_4 = 0,21$

$A_5 = 10$  мм

$TA_5 = 0,15$

} 12 квалитет точности

10. Определяем допуск корректирующего звена  $A_1$ , используя основное уравнение РЦ в допусках.

$$TA_1 \text{ кор.} = [TA\Delta] - \sum_{i=1}^{n-1} TA_i = 0,8 - 0,2 - 0,12 - 0,21 - 0,15 = 0,12 \text{ мм}$$

Таким образом, для звена  $A_1 = 18$  мм получили допуск  $TA_1 = 0,12$  мм, что соответствует примерно 11-му квалитету точности.

11. Назначаем на все составляющие звенья  $A_i$  (кроме корректирующего звена  $A_1$ ) предельные отклонения «*в тело детали*», руководствуясь следующими рекомендациями.

а) Для *размеров охватывающих* (отверстия) отклонения назначают как для основного отверстия «Н», т.е.  $E_i A_i = 0$ .

б) Для *размеров охватываемых* (вал) отклонения назначают как для основного вала «h», т.е.  $E_s A_i = 0$ .

в) Для таких размеров, как глубина отверстия, ширина уступа, межцентровое расстояние, отклонения назначают симметричными  $\pm IT/2$ .

Учитывая изложенное, в нашем примере будем иметь

***A1 - кор. звено***

$A_2 = 20_{-0,2}$  - размер подшипника

$A_3 = 4$  мм,  $TA_3 = 0,12$  мм - *размер охватываемый*, поэтому:

$$E_s A_3 = 0; \quad E_i A_3 = -0,12 \quad \text{или} \quad A_3 = 4 \text{ h}12 (-0,12)$$

$A_4 = 30$  мм,  $TA_4 = 0,21$  мм - *размер не основной*, поэтому:

$$E_s A_4 = +0,105; \quad E_i A_4 = -0,105 \quad \text{или} \quad A_4 = 30 \text{ Js}12 (\pm 0,105)$$

$A_5 = 10$  мм,  $TA_5 = 0,15$  мм - *размер охватываемый*, поэтому:

$$E_s A_5 = 0; \quad E_i A_3 = -0,15 \quad \text{или} \quad A_5 = 10 \text{ h}12 (-0,15)$$

12. Определяем предельные отклонения корректирующего звена  $A_1$ , которое *является увеличивающим*.

$$E_s A_1 \text{ кор} = \sum_{\text{ум}}^{m} E_i A_i + [E_s A \Delta] - \sum_{\text{ув}}^{k-1} E_s A_i =$$

$$= (E_i A_4 + E_i A_5) + [E_s A \Delta] - (E_s A_2 + E_s A_3) =$$

$$= (-0,105) + (-0,15) + 0,4 - (0 + 0) = +0,145 \text{ мм}$$

$$E_i A_1 \text{ кор} = \sum_{\text{ум}} E_s A_i + [E_i A \Delta] - \sum_{\text{ув}}^{k-1} E_i A_i =$$

$$= (E_s A_4 + E_s A_5) + [E_i A \Delta] - (E_i A_2 + E_i A_3) =$$

$$= (+0,105 + 0) + (-0,4) - (-0,2 - 0,12) = +0,025 \text{ мм}$$

Таким образом, получим  $A_1 \text{ кор.} = 18 \begin{smallmatrix} +0,145 \\ +0,025 \end{smallmatrix}$

Если корректирующее звено является *уменьшающим*, то

$$E_s A \text{ кор} = \sum_{\text{ум}}^k E_i A_i - [E_i A \Delta] - \sum_{\text{ув}}^{m-1} E_s A_i$$

$$E_i A \text{ кор} = \sum_{\text{ув}}^k E_s A_i - [E_s A \Delta] - \sum_{\text{ум}}^{m-1} E_i A_i$$

13. Выполним проверку правильности назначения допусков  $A_i$

$$T_{A\Delta} = \sum_{i=1}^n T_{A_i} = T_{A_1} + T_{A_2} + \dots + T_{A_5} = 0,12 + 0,2 + 0,12 + 0,21 + 0,15 = 0,8 = [T_{A\Delta}]$$

Следовательно, допуски назначены правильно.

14. Определим средние отклонения составляющих звеньев  $A_i$ , используя выражение:

$$E_c A_i = \frac{E_s A_i + E_i A_i}{2}$$

Результаты расчёта занесём в сводную таблицу.

15 Определим правильность назначения предельных отклонений  $A_i$ , предварительно вычислив среднее отклонение  $A_{\Delta}$  по формуле:

$$E_s A_{\Delta} = \sum_{k \text{ ув } m \text{ ум}} E_s A_i - \sum E_s A_i = (0,085 - 0,1 - 0,06) - (0 - 0,07) = 0 = [E_s A_{\Delta}]$$

Тогда

$$E_s A_{\Delta} = E_s A_{\Delta} + 0,5 T A_{\Delta} = 0 + (0,8 / 2) = +0,4 = [E_s A_{\Delta}]$$

$$E_i A_{\Delta} = E_s A_{\Delta} - 0,5 T A_{\Delta} = 0 - (0,8 / 2) = -0,4 = [E_i A_{\Delta}]$$

**Вывод:** предельные отклонения  $A_i$  назначены правильно.

16. Проверим возможность получения при сборе механизма заданного зазора в требуемых пределах, при условии, что детали на сборку будут поступать с рассчитанными отклонениями, представленными в сводной таблице.

Для этого рассчитаем ожидаемые предельные размеры  $A_{\Delta}$  и сравним их с заданными (т.е. решим обратную задачу).

$$A_{\Delta \max} = A_{\Delta} + E_s A_{\Delta} = 2 + 0,4 = 2,4 = [A(\max)]$$

$$A_{\Delta \min} = A_{\Delta} + E_i A_{\Delta} = 2 - 0,4 = 1,6 = [A(\min)]$$

Таким образом, поставленная задача решена правильно и доказано, что требуемая точность  $A_{\Delta}$  гарантировано будет обеспечиваться методом полной взаимозаменяемости.

отформатировано: Шрифт: Times New Roman, 14 пт, русский

отформатировано: Шрифт: Times New Roman, 14 пт

отформатировано: Шрифт: Times New Roman, 14 пт, русский

**Характеристика звеньев РЦ «А», рассчитанной по методу МПВ (методом «max – min»)**

Конструктивная характеристика			Размерная характеристика								
Обозначение звена	Вид звена	Описание звена	Номинальный размер $A_i$ , мм	Единица допуска $i$ , мкм	Квалитет	Допуск размера		Отклонения, мм			Размер с отклонениями
						Значение	Примечание	Верхнее $E_s$	Нижнее $E_i$	Среднее $E_c$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АΔ	Замыкающее	Зазор между торцом	2	--	--	0,80	Задан ТЗ	+ 0,4	- 0,4	0	$2 \pm 0,4$
А1	УВ	Длина втулки	18	1,21	≈11	0,12	Корректир. звено	+0,145	+0,025	+0,085	$18 \begin{matrix} +0,145 \\ +0,025 \end{matrix}$
А2	УВ	Ширина подшипника	20	--	--	0,20	Известен	0	- 0,2	- 0,1	$20_{-0,2}$
А3	УВ	Толщина кольца	4	0,83	12	0,12	--	0	- 0,12	- 0,06	$4 \text{ h}12 (-0,12)$
А4	УМ	Размер корпуса от	30	1,44	12	0,21	--	+0,105	- 0,105	0	$30 \text{ Js}12(\pm 0,105)$
А5	УМ	Толщина крышки	10	1,00	12	0,15	--	0	- 0,15	- 0,075	$10 \text{ h}12 (-0,15)$

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое размерная цепь? Виды размерных цепей.
2. В чем сущность расчета размерных цепей?
3. Перечислить методы достижения заданной точности замыкающего звена размерной цепи.
4. Рассказать о методе полной взаимозаменяемости при сборке изделий.
5. В чем сущность метода неполной взаимозаменяемости при выполнении сборочных операций?

### **Практическое занятие № 7**

#### **«Метод неполной взаимозаменяемости или вероятностный метод расчёта РЦ»**

**Сущность метода:** заключается в том, что требуемая точность  $A_{\Delta}$  РЦ достигается у заранее обусловленной части изделий путём включения в неё  $A_i$  без выбора, подбора или изменения их значений.

**Преимущество метода** – экономичность изготовления деталей за счёт расширения полей допусков по сравнению с МПВ.

#### **Недостатки МНВ :**

1. Возможен, хотя и маловероятен, небольшой процент «брака» изделий, у которых значения  $A_{\Delta}$  выходят за установленные границы допуска. Обычно – это не более 3-х изделий на 1000 штук при допустимом проценте брака в 0,27%.

2. Возможны дополнительные затраты на разборку – сборку и замену или пригонку некоторых деталей «бракованных» изделий.

**Область применения МН:** серийное и массовое производство изделий при малой величине допуска  $A_{\Delta}$  и относительно большом числе составляющих звеньев РЦ.

#### **Пример расчёта**

по методу неполной взаимозаменяемости (МНВ)

Постановку задачи см. выше – МПВ – «Метод полной взаимозаменяемости».

**Допустим**, что по условию задачи требуется обеспечить более жёсткий допуск замыкающего звена  $A_{\Delta} = 2 \pm 0,25$

(в то время как по МПВ  $A_{\Delta} = 2 \pm 0,4\text{мм}$ )

**Решение:**

1. Определяем заданные размерные параметры  $A_{\Delta}$ :

$$\begin{aligned} [A_{\Delta}] &= 2 \\ [A_{\Delta \max}] &= 2,25 \\ [A_{\Delta \min}] &= 1,75 \\ [TA_{\Delta}] &= 0,5 \\ [E_S A_{\Delta}] &= +0,25 \\ [E_i A_{\Delta}] &= -0,25 \\ [E_c A_{\Delta}] &= 0 \end{aligned}$$

2. Решение задачи по пунктам 2 – 6 аналогично МПВ (см. выше).

7. Определяем средний коэффициент точности, полагая, что размеры всех  $A_i$  выполнены по одному качеству за исключением звена  $A_2$ , точность которого известна - это размер подшипника, равный  $20_{-0,2}$ .

Сначала попытаемся решить задачу МПВ (рассчитаем РЦ по методу «max - min»):

$$\begin{aligned} a_c^{\text{МПВ}} &= \frac{[TA_{\Delta}] - \sum_i^q TA_{i \text{ изв}}}{\sum_i^q A_{i \text{ опр}}} = \\ &= \frac{500 - 200}{1,21 + 0,83 + 1,44 + 1,0} = 66,96 \quad (\sim 10 \text{ качество точности}) \end{aligned}$$

Учитывая, что  $a_c = 66,96 < 100$ , приходим к заключению о нецелесообразности расчёта РЦ методом «max - min».

Поэтому рассмотрим возможность применения расчёта РЦ вероятностным методом, полагая, что

$$t_{\Delta} = 3 \text{ (вероятность «брака» } P = 0,27\%)$$

$$\text{или } \lambda_{\Delta} = \frac{1}{t_{\Delta}} = \frac{1}{3} \text{ и } \lambda_1^2 = \lambda_2^2 = \dots = \lambda_i^2 = \lambda_{cp}^2 = \frac{1}{9}.$$

Тогда

$$a_c^{МНВ} = \sqrt{\frac{[\Gamma A_{\Delta}]^2 \cdot \lambda_{\Delta}^2 - \sum_{i=1}^q \Gamma A_i^2 \text{изв} \cdot \lambda_i^2}{\sum_{i=1}^{n-q} i^2 \cdot A_i \text{опр} \cdot \lambda_i^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(500)^2 \cdot (1/3)^2 - (200)^2 \cdot 1/9}{1/9 [(1,21)^2 + (0,83)^2 + (1,44)^2 + (1,0)^2]}} = 200$$

Учитывая, что  $a_c=200 > 100$ , то приходим к заключению о целесообразности применения МНВ.

8. Определяем квалитет точности размеров  $A_i$ , учитывая, что  $a_c=200$ .

По данным [ 3, с.17 ] находим:

$a_{\text{станд}}$	160	250
Квалитет	12	13

Таким образом, полученный расчётом коэффициент точности  $a_c=200$  не подходит близко ни к одному квалитету, а имеет среднее значение между 12-м и 13-м квалитетами.

Поэтому назначим для всех  $A_i$  13 квалитет точности и, учитывая, что  $a_{\text{станд}}=250 > a_c=200$ , выбираем в качестве корректирующего технологически более простое звено  $A_1$ .

9. Определяем допуски размеров  $A_i$  для 13 квалитета точности, исключая звено  $A_1$  кор..

По данным [ 3, с.18 ] находим:

$A_2 = 20_{-0,2}$  - размер подшипника

$A_3 = 4$

$A_4 = 30$

$A_5 = 10$

$\Gamma A_3 = 0,18$

$\Gamma A_4 = 0,33$

$\Gamma A_5 = 0,22$

} назначили по 13-му квалитету

10. Определяем допуск звена  $A_{1\text{кор.}}$ , используя уравнение РЦ в допусках МНВ.

Откуда

$$TA_{\text{кор}} = \frac{1}{\lambda_{\text{кор}}} \cdot \sqrt{\frac{[TA_{\Delta}]^2}{t_{\Delta}^2} - \sum_{i=1}^{n-1} TA_i^2 \cdot \lambda_i^2} =$$

$$= \frac{1}{1/3} \sqrt{\frac{500^2}{3^2} - \frac{1}{9}(200^2 + 180^2 + 330^2 + 220^2)} = 142 \text{ мкм}$$

Или  $A_{1\text{кор}} = 18$ ,  $TA_1 = 0$ , 142 мкм (чуть грубее 11 качества точности).

11. Назначаем предельные отклонения в «тело» детали на все  $A_i$  кроме  $A_1$  кор.

$A_1^{y6}$  - корректирующее звено

$A_2^{y6} = 20_{-0,2}$  - размер подшипника

$A_3^{y6} = 4 \text{ мм}$ ,  $TA_3 = 0,18 \text{ мм}$  - **размер охватываемый**, поэтому:

$$Es A_3 = 0; \quad Ei A_3 = -0,18 \quad \text{или} \quad A_3 = 4h13(-0,18)$$

$A_4^{yM} = 30 \text{ мм}$ ,  $TA_4 = 0,33 \text{ мм}$  - **размер не основной**, поэтому:

$$Es A_4 = +0,165; \quad Ei A_4 = -0,165 \quad \text{или} \quad A_4 = 30 Js13 (\pm 0,165)$$

$A_5^{yM} = 10 \text{ мм}$ ,  $TA_5 = 0,22 \text{ мм}$  - **размер охватываемый**, поэтому:

$$Es A_5 = 0; \quad Ei A_5 = -0,22 \quad \text{или} \quad A_5 = 10 h13(-0,22)$$

12. Определяем среднее отклонение  $A_{1\text{кор.}}$ , используя основное уравнение РЦ в координатах середин полей допусков:

$$[E_c A_{\Delta}] = \sum_{i=1}^k E_c A_i^{yB} - \sum_{i=1}^m E_c A_i^{yM};$$

Или применительно к нашему примеру можно записать

$$0 = E_c A_1 \text{ кор.} + E_c A_2^{y6} + E_c A_3^{y6} - (E_c A_4^{yM} + E_c A_5^{yM})$$

$$0 = E_c A_1 \text{ кор.} - 0,1 - 0,09 - (0 - 0,11).$$

Откуда  $E_c A_1 \text{ кор.} = +0,08$  мм.

13. Определяем предельные отклонения звена  $A_1 \text{ кор.}$ , используя равенства:

$$E_s A_1 \text{ кор.} = E_c A_1 \text{ кор.} + \frac{TA_1 \text{ кор.}}{2} = 0,08 + \frac{0,142}{2} = +0,151$$

$$E_i A_1 \text{ кор.} = E_c A_1 \text{ кор.} - \frac{TA_1 \text{ кор.}}{2} = 0,08 - \frac{0,142}{2} = +0,009$$

Тогда

$$A_1^{\text{кор.}} = 18 \begin{matrix} +0,151 \\ +0,009 \end{matrix}.$$

14. Проверка правильности назначения допусков  $TA_i$  по МНВ при условии, что допускаемый «брак» изделий не превышает  $P \leq 0,27\%$ , т.е.  $t_\Delta = 3$  и  $\lambda_i^2 = \frac{1}{9}$

$$\begin{aligned} TA_{\Delta}^{\text{МНВ}} &= t_\Delta \sqrt{\lambda_i^2 \cdot \sum TA_i^2} = 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{9} (0,142^2 + 0,2^2 + 0,18^2 + 0,33^2 + 0,22^2)} \\ &= \\ &= 3 \cdot \frac{1}{3} \sqrt{0,24986} = 0,4998 < [TA_{\Delta}] = 0,5. \end{aligned}$$

Таким образом, допуски назначены правильно.

Если бы данную задачу решали МПВ, то на замыкающем звене РЦ получили бы следующее значение допуска :

$$TA_{\Delta}^{\text{МПВ}} = \sum TA_i = 0,142 + 0,2 + 0,18 + 0,33 + 0,22 = 1,072 > [TA_{\Delta}] = 0,5.$$

Определим коэффициент расширения полей допусков  $A_i$  при МНВ по сравнению с МПВ :

$$\tau = \frac{TA_{\Delta}^{\text{МПВ}}}{TA_{\Delta}^{\text{МНВ}}} = \frac{1,072}{0,4998} = 2,14$$

Отсюда наглядно видно преимущество вероятностного метода, при котором допуски  $A_i$  оказались примерно в 2 раза больше соответствующих допусков по МПВ.

Результаты расчёта сведём в общую таблицу.

**Характеристика звеньев РЦ «А», рассчитанной по МНВ**

Конструктивная характеристика			Размерная характеристика								
Обозначение звена	Вид звена	Описание звена	Номинальный размер $A_i$ , мм	$i$ , мкм Единица допуска	Квалитет	Допуск размера		Отклонения, мм			Размер с отклонениями
						Значение	Примечание	Верхнее $E_s$	Нижнее	Среднее	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АΔ	Замыкающее	Зазор между торцом	2	--	--	0,5	Задан ТЗ	+ 0,25	- 0,25	0	$2 \pm 0,25$
А1	УВ	Длина втулки	18	1,21	≈11	0,142	Корректир. звено	+0,151	+0,009	+0,08	$18 \begin{matrix} +0,151 \\ +0,009 \end{matrix}$
А2	УВ	Ширина	20	--	--	0,20	Известен	0	- 0,2	- 0,1	$20_{-0,2}$
А3	УВ	Толщина кольца	4	0,83	13	0,18	--	0	- 0,18	- 0,09	$4 \text{ h}13 (-0,18)$
А4	УМ	Размер корпуса от торца до	30	1,44	13	0,33	--	+0,165	- 0,165	0	$30 \text{ Js}13 (\pm 0,165)$
А5	УМ	Толщина	10	1,00	13	0,22	--	0	- 0,22	- 0,11	$10 \text{ h}13 (-0,22)$

### **Контрольные вопросы**

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.
2. Что такое размерная цепь? Виды размерных цепей.
3. В чем сущность расчета размерных цепей?
4. Перечислить методы достижения заданной точности замыкающего звена размерной цепи.
5. Рассказать о методе неполной взаимозаменяемости при сборке изделий.
6. В чем сущность метода неполной взаимозаменяемости при выполнении сборочных операций?
7. Перечислить пути обеспечения точности замыкающего звена размерной цепи.
8. Какие измерительные средства используются для контроля точности размеров?

## **Практическое занятие №8**

### **«Метод регулировки»**

**Сущность метода** заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена РЦ достигается путем изменения величины заранее выбранного компенсирующего звена без снятия с него слоя материала.

#### **Преимущества МР:**

1. Возможность достижения любой степени точности  $\Delta L$  РЦ при назначении экономичных производственных допусков  $T^* A_i$  ( $T^* A_i > T A_i$ ) на все составляющие звенья  $A_i$ .

2. Возможность постоянно сохранять требуемую точность  $\Delta L$  путем периодической регулировки в процессе эксплуатации.

#### **Недостатки МР:**

1. Возможность усложнения конструкции изделия из-за увеличения количества деталей.

2. Усложнение сборки из-за необходимости регулировки и измерения.

#### **Область применения**

МР широко распространен во всех типах производства, особенно для РЦ, отличающихся высокой точностью.

*Пояснить сущность подвижных и неподвижных компенсаторов.*

#### **ПРИМЕР РАСЧЕТА по МР**

Постановку задачи см. выше в МПВ

**Допустим**, что по условию задачи требуется обеспечить более жесткий допуск замыкающего звена  $\Delta L = 2 \pm 0,12$  мм (в то время как по МПВ

$\Delta L = 2 \pm 0,4$  мм).

## Решение

1. Определяем заданные параметры  $A_{\Delta}$ :

$$\begin{aligned} [A_{\Delta}] &= 2 \\ [A_{\Delta \min}] &= 1,88 \\ [A_{\Delta \max}] &= 2,12 \\ [T A_{\Delta}] &= 0,24 \\ [E_s A_{\Delta}] &= +0,12 \\ [E_i A_{\Delta}] &= -0,12 \\ [E_c A_{\Delta}] &= 0 \end{aligned}$$

2. Решение задачи по п.п. 2 – 6 аналогично МПВ.

7. Попробуем решить задачу МНВ, для чего определим средний коэффициент точности, полагая, что размеры всех составляющих звеньев выполнены по одному качеству (за исключением звена  $A_2 = 20_{-0,2}$ ).

$$a_c^{\text{МНВ}} = \sqrt{\frac{[T A_{\Delta}]^2 * \lambda_{\Delta}^2 - \sum_{i=1}^q T A_{i, \text{изв}}^2 * \lambda_i^2}{\sum_{i=1}^{n-q} i^2 A_{i, \text{опр}} * \lambda_i^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{240^2 * (\frac{1}{3})^2 - 200^2 * (\frac{1}{3})^2}{(\frac{1}{3})^2 * (1,21^2 + 0,83^2 + 1,44^2 + 1,0^2)}} = 58 \text{ (что соответствует } \approx 9,5 \text{ кв.)}$$

т.)

Учитывая, что  $a_c^{\text{МНВ}} = 58 < 100$ , приходим к выводу о целесообразности применения МР.

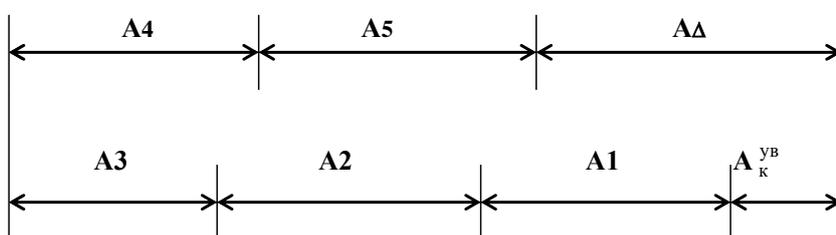
8. Поэтому на все составляющие звенья РЦ назначим экономически приемлемые допуски по 13-му качеству, а требуемую точность  $A_{\Delta}$  будем достигать МР с помощью неподвижного компенсатора  $A_k$ .

9. В качестве неподвижного компенсатора воспользуемся набором жестких металлических прокладок с размером  $A_k = [T A_{\Delta}] = 0,24$  мм., т.е. толщина прокладки  $A_k = [T A_{\Delta}] = 0,24$  мм.

Допуск  $T_{A_k} = 0,1 \text{ мм} < [T_{A_\Delta}] = 0,24 \text{ мм.}$ , что удовлетворяет условию МР.

10. Выбор места установки компенсатора - на вал между распорной втулкой и зубчатым колесом.

Построим новую схему РЦ с учетом введения компенсирующего звена  $A_k$ .



11. С введением компенсирующего звена  $A_k = 0,24 \text{ мм}$  будет нарушено равенство значений  $A_\Delta$ , т.е.  $A_\Delta \neq [A_\Delta]$ .

Поэтому возникает необходимость откорректировать номинальные размеры  $A_i$ , используя в качестве корректирующего звено  $A_1$  - размер втулки.

В общем случае должно соблюдаться уравнение:

$$A_\Delta = \sum_{k} A_i^{yB} - \sum_{m} A_i^{yM} + A_k^{yB} = [A_\Delta]$$

Или применительно к нашему примеру:

$$A_1 + A_2 + A_3 - A_4 - A_5 + A_k = [A_\Delta]$$

$$A_1 + 20 + 4 - 30 - 10 + 0,24 = 2, \text{ откуда } A_1 = 17,76 \text{ мм}$$

12. Назначим на все составляющие звенья РЦ допуски по 13-му качеству и предельные отклонения «в тело» деталей, определим средние отклонения звеньев и результаты сразу занесём в сводную таблицу.

13. Определим расчетную (ожидаемую) величину допуска замыкающего звена  $A_\Delta$ , полагая, что  $t_\Delta = 3$  и  $\lambda_i^2 = 1/9$ .

$$T'_{A_\Delta} = t_\Delta \sqrt{\lambda_i^2 \sum T'_{A_i}^2} =$$

$$= t\Delta \sqrt{\lambda_i^2 (TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2 + TA_5^2 + TA_k^2)}$$

$$= 3 \sqrt{\frac{1}{9}(270^2 + 200^2 + 180^2 + 330^2 + 220^2 + 100^2)} = 560 \text{ мкм.}$$

14. Определяем наибольшую возможную величину компенсации

$$T_k = T'_{\Delta\Delta} - [T_{\Delta\Delta}] = 560 - 240 = 320 \text{ мкм.}$$

15. Определяем наибольшее возможное число прокладок в наборе

$$Z = \frac{T_k}{[TA_{\Delta\Delta}] - T_{A_k}} + 1 = \frac{320}{240 - 100} + 1 = 3,3$$

Принимаем  $Z = 4$  прокладки

16. Для проверки выполненных расчетов определим среднее отклонение  $\Delta\Delta$  и сравним его с заданным при условии, что предварительно  $A_1^{\text{кор}} = 17,76_{-0,27}$

$$E_c \Delta\Delta = \sum_k E_c A_i^{yB} - \sum_m E_c A_i^{yM} + E_c A_k^{yB} =$$

$$= -0,135 - 0,1 - 0,09 - 0 + 0,11 + 0 = -0,215$$

Учитывая, что  $E_c \Delta\Delta = -0,215 \neq [E_c \Delta\Delta] = 0$ , произведем корректировку среднего отклонения корректирующего звена  $A_1^{\text{кор}}$ , исходя из условия:

$$[E_c \Delta\Delta] = 0 = E_c A_1 + E_c A_2 + E_c A_3 - E_c A_4 - E_c A_5 + E_c A_k =$$

$$= E_c A_1 - 0,1 - 0,09 - 0 + 0,11 + 0, \quad \text{откуда } E_c A_1^{\text{кор}} = +0,08.$$

Тогда можно определить предельные отклонения звена  $A_1^{\text{кор}}$ :

$$E_s A_1 = E_c A_1 + \frac{TA_1}{2} = +0,08 + \frac{0,27}{2} = +0,215 \text{ мм}$$

$$E_i A_1 = E_c A_1 - \frac{TA_1}{2} = +0,08 - \frac{0,27}{2} = -0,055 \text{ мм}$$

Следовательно, корректирующее звено будет иметь окончательный размер

$$A_1^{\text{кор}} = 17,76_{-0,055}^{+0,215}, \quad \text{который и занесем в сводную}$$

таблицу.

**Характеристика звеньев РЦ «А», рассчитанной по МР**

Конструктивная характеристика			Размерная характеристика								
Обозначение звена	Вид звена	Описание звена	A <sub>i</sub> , мм Номинальный размер	i, мкм Единица допуска	Квалитет	Допуск размера		Отклонения, мм			Размер с отклонениями
						Значение	Примечание	E <sub>s</sub> Верхнее	E <sub>i</sub> Нижнее	E <sub>c</sub> Среднее	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АД	Замыкающее	Зазор между торцом зубчатого колеса и крышкой	2	--	--	0,24	Задан ТЗ	+ 0,12	- 0,12	0	2 ± 0,12
А1	УВ	Длина втулки	17,76	1,21	13	0,27	Корректир. звено	+0,215	-0,055	+0,08	17,76 <sup>+0,215</sup> <sub>-0,055</sub>
А2	УВ	Ширина подшипника	20	--	--	0,20	Известен	0	- 0,2	- 0,1	20 <sub>-0,2</sub>
А3	УВ	Толщина кольца	4	0,83	13	0,18	--	0	- 0,18	- 0,09	4 h13 ( - 0,18 )
А4	УМ	Размер корпуса от торца до канавки	30	1,44	13	0,33	--	+0,165	- 0,165	0	30 Js13 ( ± 0,165 )
А5	УМ	Толщина крышки	10	1,00	13	0,22	--	0	- 0,22	- 0,11	10 h13 ( - 0,22 )
Ак	УВ	Толщина регулировочной	0,24	--	--	0,1	Назначен	+0,05	-0,05	0	0,24 ± 0,05

### **Контрольные вопросы**

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.
3. Что понимается под точностью размера детали?
4. Рассказать о методе регулировки при сборке изделий.
5. Перечислить пути обеспечения точности замыкающего звена размерной цепи.
6. Какими измерительными средствами пользуются при проведении текущего контроля размеров деталей на рабочих местах?

**Практическое занятие № 9**  
**Метод групповой взаимозаменяемости**  
**(селективная сборка)**

**Сущность метода** заключается в том, что требуемая точность  $A_{\Delta}$  РЦ достигается путем включения в нее составляющих звеньев, принадлежащих одной из групп, на которые они предварительно рассортированы.

**Преимущество МГВ** - возможность достижения высокой точности  $A_{\Delta}$  при экономически достижимых производственных допусках  $A_i$ .

**Недостатки МГВ:**

1. Дополнительные затраты на сортировку деталей
2. Усложняется хранение деталей до сборки
3. Усложняется снабжение запасными деталями
4. Увеличивается незавершенное производство

**Область применения МГВ** – массовое и крупносерийное производство изделий с малозвенными РЦ

**ПРИМЕР РАСЧЕТА**

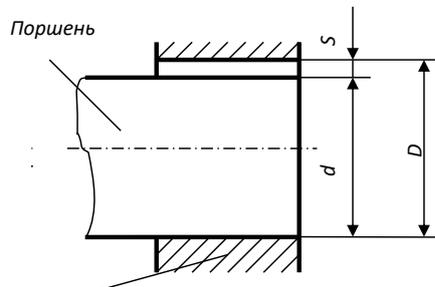
**по методу групповой взаимозаменяемости (МГВ)**

**ЗАДАЧА:** Для нормальной работы двигателей *ЯМЗ – 240 Б*, *ЯМЗ – 238 Б*, в соединении поршень – гильза необходимо обеспечить зазоры в пределах  $0,19...0,21$  мм.

Номинальный размер соединения  $\varnothing 130$  мм, посадка выполнена в системе отверстия. Обосновать метод достижения требуемой точности и составить карту сортировщика.

**РЕШЕНИЕ:**

1. Составим схему соединения и РЦ.



где:  $D$  – диаметр гильзы (УВ звено)

$d$  – диаметр поршня (УМ звено)

$S$  – зазор в соединении ( замыкающее звено )

$$S = D - d$$

2. Определим исходные, заданные параметры.

$$D = d = 130 \text{ мм}$$

$$[S_{min}] = 0,19 \text{ мм}$$

$$[S_{max}] = 0,21 \text{ мм}$$

$$[Scp] = 0,2 \text{ мм}$$

$$[Ts] = [S_{max}] - [S_{min}] = 0,21 - 0,19 = 0,02 \text{ мм}$$

3. Используя данные [1, табл. с. 182] определяем единицу допуска  $i$ , соответствующую  $d = D = 130$  мм.

Находим, для  $\varnothing 130 \rightarrow i = 2,5$  мкм

4. Определяем средний коэффициент точности  $a_c$ , полагая, что размер поршня и гильзы выполнены по одному качеству.

Из МПВ известно: 
$$a_c = \frac{[TA_{\Delta}]}{\sum_{i=1}^n iA_i}$$

Или применительно к РЦ „ $D - d - S$ “:

$$a_c = \frac{[TS]}{i + i} = \frac{20,0}{2,5 + 2,5} = 4 \text{ ед.}$$

Учитывая, что  $a_c = 4 \ll 100$ , можно заключить, что МПВ и МНВ экономически нецелесообразны.

А так как РЦ малозвенна ( $n = 2$  составляющих звена), то эффективным может быть МГВ.

5. По данным [1, с. 182] определяем квалитет точности изготовления поршня и гильзы.

Находим, что  $a_c = 4$  приблизительно соответствует 4-му квалитету точности, когда

$$T_D = T_d = \frac{1}{2}[TS] = 10 \text{ мкм}$$

Из этих данных можно заключить, что изготавливать детали по 4-му квалитету точности с  $T_D = T_d = 10 \text{ мкм}$  экономически нецелесообразно.

6. Поэтому, для достижения требуемой точности воспользуемся МГВ и назначим экономически приемлемые производственные допуски  $T_D = T_d$  с сортировкой деталей перед сборкой на 4 группы.

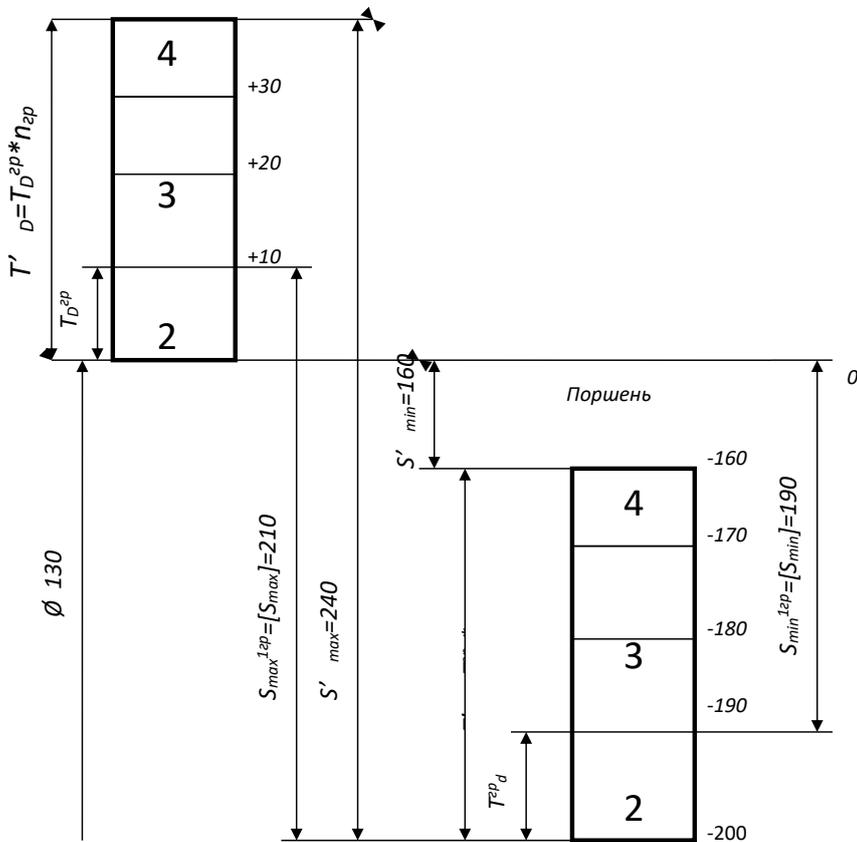
Если  $T_D^{\text{TP}} = T_d^{\text{TP}} = 10 \text{ мкм}$  и число сортировочных групп  $n_{\text{сп}} = 4$ ,

$$\left. \begin{array}{l} \text{Тогда } T_D' = T_D^{\text{TP}} \cdot n_{\text{гр}} = 40 \text{ мкм} \\ T_d' = T_d^{\text{TP}} \cdot n_{\text{гр}} = 40 \text{ мкм} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 7 \text{ квалитет} \\ \text{точности} \end{array}$$

7. Построим схему расположения полей производственных допусков поршня и гильзы с указанием границ 4-х групп сортировки.

*Гильза*

+40



При обычной сборке соединений из деталей, изготовленных с производственными допусками  $T'_D = T'_d = 40 \text{ мкм}$ , будем иметь:

$$S'_{\min} = EI' - es' = 0 - (-160) = 160 \text{ мкм} < [S_{\min}] = 0,19$$

$$S'_{\max} = ES' - ei' = 40 - (-200) = 240 \text{ мкм} > [S_{\max}] = 0,21$$

$$S'_{\text{cp}} = \frac{S'_{\min} + S'_{\max}}{2} = \frac{160 + 240}{2} = 200 \text{ мкм} = [S_{\text{cp}}] = 0,2$$

$$T'_S = S'_{\max} - S'_{\min} = 240 - 160 = 80 \text{ мкм}$$

**Вывод** – в том случае, если  $S'_{\text{cp}}$  удовлетворяет заданным эксплуатационным требованиям, но  $S'_{\min}$  слишком мало или  $S'_{\max}$  слишком велико, можно, не увеличивая точности изготовления отверстий и валов, произвести перед сборкой рассортировку деталей на группы.

Произведем сортировку поршней и гильз на 4 группы.

Собирая поршни и гильзы, взятые из одноименных групп, т.е. имеющих одинаковый номер, получим следующие характеристики соединения, представленные в таблице.

Сортировочные группы		Параметры соединения в сортировочных группах			
Номер	Обозначение	$S_{min}^{zp}$	$S_{max}^{zp}$	$S_{cp}^{zp}$	$T_s^{zp}$
1	A	190	210	200	20
2	AA	190	210	200	20
3	AAA	190	210	200	20
4	AAAA	190	210	200	20

Из таблицы видно, что в результате селективной сборки наибольший зазор  $S_{max}$  уменьшается (с 240 до 210 мкм), наименьший зазор  $S_{min}$  увеличивается (со 160 до 190 мкм), а средний зазор  $S_{cp}$  – остался без изменения.

Групповой допуск посадки  $T_s^{zp}$ , т.е. допуск замыкающего звена, уменьшается в 4 раза (с 80 до 20 мкм).

**Вывод** – МГВ приемлем, т.к. обеспечивает равенство заданных параметров соединения с групповыми.

8. Составим карту сортировки размеров деталей.

Сортировочные группы		Размеры деталей, мм			
		Гильза		Поршень	
Обозначение	Интервал размеров, мм	Предельные размеры	Размер с отклонениями	Предельные размеры	Размер с отклонениями
А	свыше	130	$130^{+0,01}$	129,80	$130^{-0,19}_{-0,20}$
	до	130,01		129,81	
АА	свыше	130,01	$130^{+0,02}_{+0,01}$	129,81	$130^{-0,18}_{-0,19}$
	до	130,02		129,82	
ААА	свыше	130,02	$130^{+0,03}_{+0,02}$	129,82	$130^{-0,17}_{-0,18}$
	до	130,03		129,83	
АААА	свыше	130,03	$130^{+0,04}_{+0,03}$	129,83	$130^{-0,16}_{-0,17}$
	до	130,04		129,84	

**ЗАДАЧА № 2 (решить самостоятельно):**

Для нормальной работы двигателя ВАЗ 2101 «Жигули» в соединении поршень – гильза необходимы зазоры в пределах от 0,05 до 0,07мм при  $D = d = 76$  мм в системе «Н».

Составить карту сортировщика, приняв  $n_{гр} = 5$  и обозначение сортировочных групп буквами А, В, С, D, Е.

**Результаты решения (для проверки) представлены в таблице**

Группа	Гильза	Поршень
<b>А</b>	76,00 – 76,01	75,94 – 75,95
<b>В</b>	76,01 – 76,02	75,95 – 75,96
<b>С</b>	76,02 – 76,03	75,96 – 75,97
<b>D</b>	76,03 – 76,04	75,97 – 75,98
<b>Е</b>	76,04 – 76,05	75,98 – 75,99

**Контрольные вопросы**

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.
2. Что понимается под точностью размера детали?
3. Рассказать о методе групповой взаимозаменяемости и областях ее применения.
4. Как производят селективную сборку изделий?
5. В чем сущность метода пригонки при сборке изделия?

## Литература

1. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров – 5-е изд. перераб. и дополн. М.: Юрайт, 2012. -813с.
2. Сергеев, А.Г.. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров – 2-е изд. перераб. и дополн. М.: Юрайт, 2014.
3. Аристов, А.И. Метрология, стандартизация, сертификация. – М.: НИЦ Инфра-М, 2013. -256 с.
4. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник для бакалавров – 11-е изд. перераб. и дополн. - М.: Юрайт, 2013.
5. Радкевич, Я.М. МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В 2 Т 5-е изд., пер. и доп. Учебник для академического бакалавриата 2015 г. Режим доступа::<http://www.biblio-online.ru> ЭБС “Юрайт
6. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник. СПб.: Питер, 2010. -464с.
7. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Агроинженерия" / Под ред. О.А. Леонова. - М. :КолосС, 2009. - 568 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).

*Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная  
Усл. печ. л.13. Тираж 500 экз. Заказ № 1337  
Подписано в печать  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П. А. Костычева»  
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1  
Отпечатано в издательстве учебной литературы  
и учебно-методических пособий  
ФГБОУ ВО РГАТУ  
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1*

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

Кафедра: "Строительство инженерных сооружений и механика"

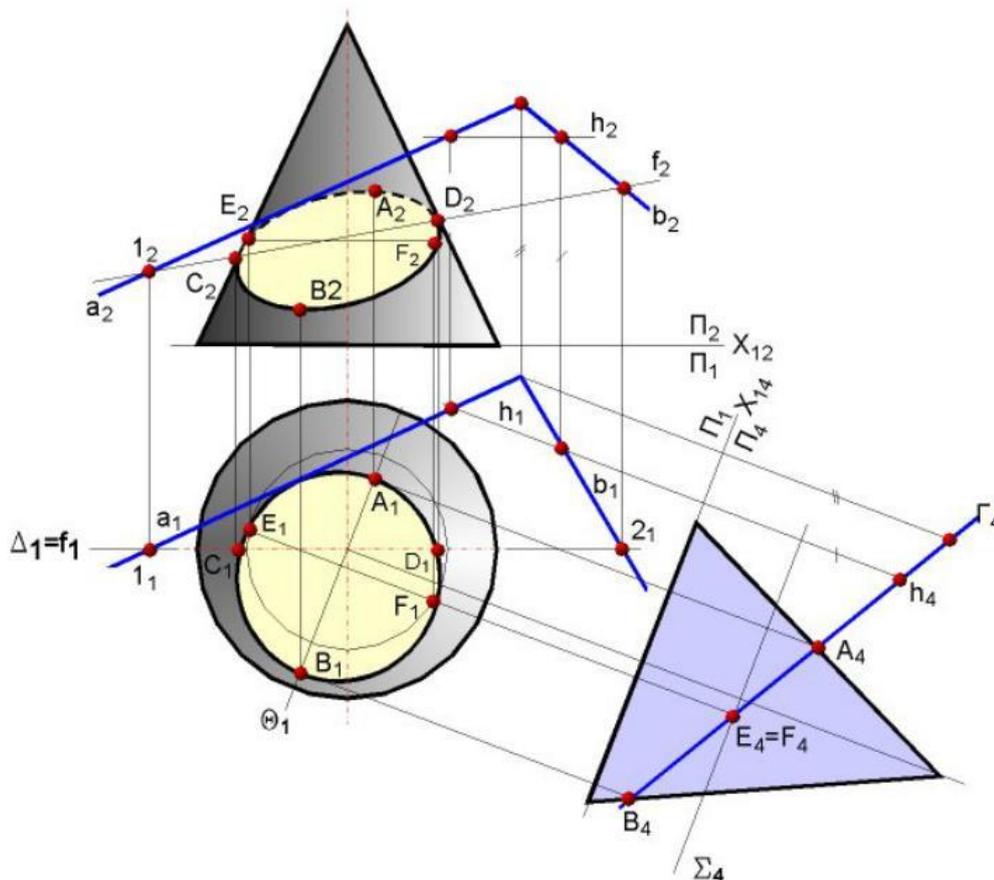
И.В.Шеремет

## Начертательная геометрия

### Методические указания

для выполнения практических занятий для студентов 1 курса автодорожного  
факультета направления подготовки:

23.03.01 Технология транспортных процессов



Рязань, 2023 г.

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 23.03.01 Технология транспортных процессов

Рецензент: к.т.н, доцент кафедры СИСиМ Ткач Т.С.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СИСиМ

« 22 » марта 2023г., протокол № 8

Зав. кафедрой СИСиМ, д.т.н., профессор  Борычев С.Н.  
(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией автомобильного факультета по направлению подготовки (специальности) 23.03.01 Технология транспортных процессов « 22 » марта 2023г., протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии  О.А.Тетерина  
(подпись) (Ф.И.О.)

## Введение

Начертательная геометрия входит в ряд дисциплин, составляющих основу высшего образования. Изучение дисциплины способствует развитию пространственного мышления, необходимого бакалавру для глубокого понимания технического чертежа, для возможности проектирования новых технических объектов. Изучение дисциплины способствует формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций: ОПК- 1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности; ОПК-1.3 Имеет практический опыт применения математического анализа, моделирования и знаний основных законов математических и естественных наук в профессиональной деятельности. Изучение курса начертательной геометрии базируется на материале школьного курса элементарной геометрии и учит способам построения чертежей фигур и методам чтения чертежей для выявления свойств изображенных на них предметов. Умения представлять мысленно форму предметов и их взаимное расположение в пространстве особенно важны для эффективного использования современных технических средств на базе вычислительной техники, для машинного проектирования технических устройств и технологии их изготовления. В связи с этим, в курсе начертательной геометрии решаются три основные задачи:

1. Изучение способов построения изображений пространственных фигур.
2. Исследование способов воспроизведения по данному плоскому чертежу соотношений пространственных геометрических форм, безошибочного чтения чертежа.
3. Изучение методов решения пространственных задач на построение на двухмерном чертеже.

## Занятие № 1(1.1.1)

Введение. Предмет начертательной геометрии. Проекционный метод отображения пространства на плоскость. Центральное, параллельное и ортогональное проецирование. Основные свойства.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается метод Г.Монжа?
2. Какие бывают плоскости проекций? Дать их названия и обозначения.
3. Какими координатами определяется расстояние от точки до горизонтальной, фронтальной плоскостей проекций?
4. В каких квадрантах пространства положительна абсцисса точки?
5. В каких квадрантах пространства отрицательна ордината точки?
6. Какие координаты точки определяют положение ее фронтальной проекции? Горизонтальной?
7. Какая координата точки является общей для ее горизонтальной и фронтальной проекций?
8. Какое проецирование называется ортогональным?

### Точка в системе плоскостей $\Pi_1, \Pi_2$ . Метод Г.Монжа

#### Типовая задача

Построить эюр точки А, лежащей во втором квадранте пространства на расстоянии 10мм от горизонтальной плоскости проекций и 20мм от фронтальной плоскости проекций.

#### Алгоритм решения задачи:

1. Определить знаки координат точки
2. Определить значение координат
3. По найденным координатам построить эюр точки

#### Решение:

1. Точка находится во втором квадранте, поэтому знаки координат  $\Pi(+; -; +)$
2. Расстояние от точки до горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  есть аппликата, поэтому  $z=10$ мм; расстояние от точки до фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  есть ордината, поэтому  $y=20$ мм. Исходя из этого точка А имеет координаты  $A(0; -20; 10)$
3. Для того, чтобы построить эюр точки, необходимо определить, какими координатами задаются горизонтальная и фронтальная проекции точки.  $A'(x; y)(0; -20)$ ,  $A''(x; z)(0; 10)$ . На оси Х в любом месте отмечаем точку  $A_x$ , через нее проводим линию связи, перпендикулярную оси Х. Начинаем отмечать точку  $A'$ , откладывая ординату вверх 20мм (т.к. отрицательная ордината направлена вверх), затем отмечаем точку  $A''$ , откладывая положительную аппликату тоже вверх 10мм (т.к. положительная аппликата направлена вверх) (Рис.1)

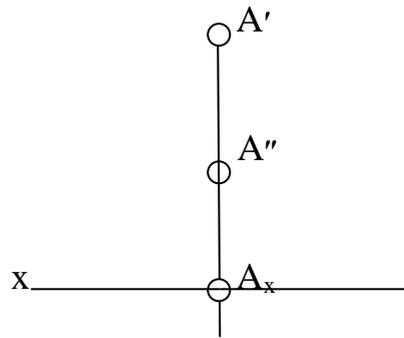


Рис.1

Задача №1

Построить эюр точки, лежащей в первом квадранте пространства на расстоянии 15мм от фронтальной плоскости проекций и 5мм от горизонтальной плоскости проекций.

Задача №2

Построить эюр точки, лежащей в четвертом квадранте пространства на расстоянии 5мм от фронтальной плоскости проекций и 10мм от горизонтальной плоскости проекций.

Задача №3

Построить эюр точки, лежащей в третьем квадранте пространства на расстоянии 20мм от фронтальной плоскости проекций и 5мм от горизонтальной плоскости проекций.

Задача №4

Построить эюр точки, лежащей во втором квадранте пространства, равноудаленной от фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций на расстоянии 10мм.

Задача №5

Построить эюр точки, принадлежащей верхней поле фронтальной плоскости проекций на расстоянии 5мм от оси X.

Задача №6

Построить эюр точки, лежащей на задней поле фронтальной плоскости проекций на расстоянии 5мм от оси X.

Задача №7

Построить эюр точки, лежащей на передней поле горизонтальной плоскости проекций на расстоянии 10мм от оси X.

Задача №8

Построить эюр точки, лежащей на задней поле горизонтальной плоскости проекций на расстоянии 15мм от оси X.

## Занятие №2(1.1.3)

Задание точки, линии, плоскости и многогранников на комплексном чертеже Монжа. Метод Г.Монжа. Точка в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ . Координаты точки.

### Контрольные вопросы

1. Как называется и обозначается третья плоскость проекций в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ ?
2. Какими координатами определяется расстояние от точки до профильной плоскости проекций?
3. Какие координаты точки определяют положение ее профильной проекции?
4. Чем отличается квадрант от октанта?
5. Назовите знаки координат в восьми октантах.
6. Какая общая координата для фронтальной и профильной плоскостей проекций?
7. Как определяются симметричные точки?

### Точка в системе плоскостей $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ .

#### Типовая задача

Построить эюр точки, расположенной в первом октанте пространства на расстоянии 10мм от горизонтальной плоскости проекций, 15мм от фронтальной плоскости проекций и 20мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2$

#### Алгоритм решения задачи:

1. Определить знаки координат точки;
2. Определить значение координат;
3. По найденным координатам построить эюр точки

#### Решение:

1. Точка находится в первом октанте, поэтому знаки координат  $I(+; +; +)$
2. Расстояние от точки до горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  есть аппликата, поэтому  $z=10$ мм; расстояние от точки до фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  есть ордината, поэтому  $y=15$ мм; расстояние от точки до профильной плоскости есть абсцисса, поэтому  $x=20$ мм. Исходя из этого точка  $A$  имеет координаты  $(20; 15; 10)$ . Так как эюр требуется построить в системе  $\Pi_1, \Pi_2$ , то находим горизонтальную и фронтальную проекции точки.  $A'(x; y)(20; 15)$ ,  $A''(x; z)(20; 10)$ .
3. На оси  $X$  в любом месте отмечаем точку  $O$  (начало координат) и от нее влево откладываем 20мм (т.к. положительная абсцисса направлена влево), получаем точку  $A_x$ . Затем через эту точку строим перпендикуляр к оси  $X$ . Отложив вверх 15мм, получим точку  $A'$ , отложив вниз 10мм, получим  $A''$  (рис.2.1).

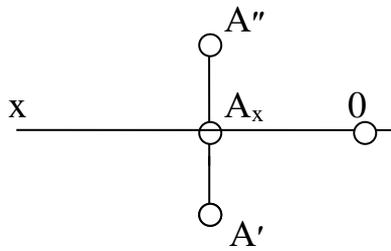


Рис.2.1

### Задача №1

Построить эюр точки, расположенной в седьмом октанте на расстоянии 15мм от горизонтальной плоскости проекций, 5мм от фронтальной плоскости проекций и 25мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2$ .

### Задача №2

Построить эюр точки, расположенной в восьмом октанте на расстоянии 20 мм от профильной плоскости проекций и 10мм от горизонтальной и фронтальной плоскостей проекций в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2$ .

### Задача №3

Построить эюр точки, лежащей на границе V и VI октантов пространства на расстоянии 5мм от горизонтальной плоскости проекций и 15мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2$ .

### **Типовая задача**

Построить эюр точки, расположенной в первом октанте пространства на расстоянии 10мм от горизонтальной плоскости проекций, 15мм от фронтальной плоскости проекций и 20мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ .

### **Алгоритм решения задачи:**

1. Определить знаки координат точки;
2. Определить значение координат;
3. По найденным координатам построить эюр точки.

### **Решение:**

1. Точка находится в первом октанте, поэтому знаки координат I(+;+;+).
2. Расстояние от точки до горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  есть аппликата, поэтому  $z=10$ мм; расстояние от точки до фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  есть ордината, поэтому  $y=15$ мм; расстояние от точки до профильной плоскости есть абсцисса, поэтому  $x=20$ мм. Исходя из этого точка A имеет координаты (20;15;10). Так как эюр требуется построить в системе  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ , то находим горизонтальную, фронтальную и профильную проекции точки.  $A'(x;y)(20;15)$ ,  $A''(x;z)(20;10)$ ,  $A'''(y';z)(15;10)$ .
3. Строим систему координатных осей. На осях откладываем значения координат с соответствующими знаками координат (Рис.2.2).

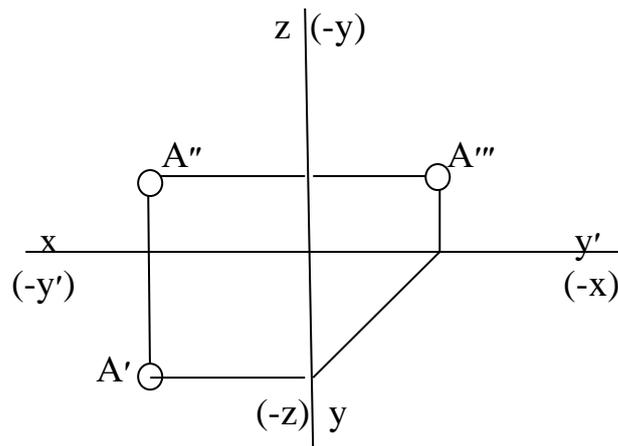


Рис.2.2

Задача №4

Построить эюр точки А в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$  с координатами(10; -15;25). Определить октант пространства, в котором находится точка А.

Задача №5

Построить эюр точки А в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$  с координатами(10; -15;-5). Определить октант пространства, в котором находится точка А.

Задача №6

Построить эюр точки А в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$  с координатами(-20; 10;-25). Определить октант пространства, в котором находится точка А.

Задача №7

Построить эюр точки, расположенной в шестом октанте пространства на расстоянии 20мм от горизонтальной плоскости проекций, 10мм от фронтальной плоскости проекций и 25мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ .

Задача №8

Построить эюр точки, расположенной в третьем октанте пространства на расстоянии 5мм от горизонтальной плоскости проекций, 15мм от фронтальной плоскости проекций и 10мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ .

Задача №9

Построить эюр точки В, симметричной точке А относительно профильной плоскости проекций А(-5;-15;15). В каких октантах находятся точки А и В?

Задача №10

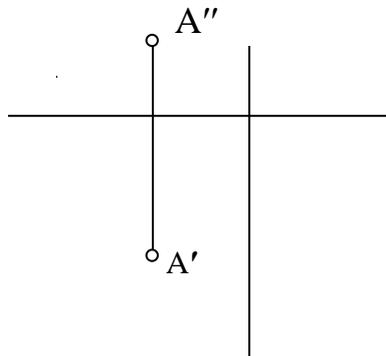
Построить эюр точки В, симметричной точке А относительно оси Х. А(15;20 -10). В каких октантах находятся точки А и В?

Задача №11

Построить эюр точки В, симметричной точке А относительно оси Z. А(-25; -20; 15). В каких октантах находятся точки А и В?

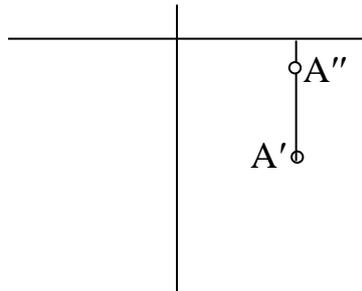
Задача №12

Построить недостающую проекцию точки. Определить октант пространства, в котором она расположена.



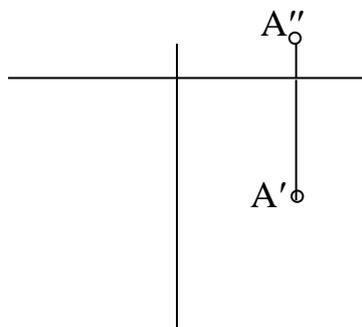
### Задача №13

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно оси У. Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



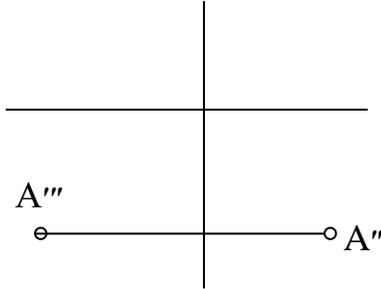
### Задача №14

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно оси Х. Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



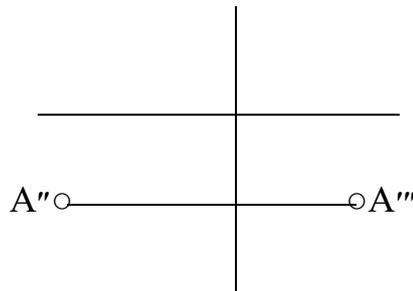
### Задача №15

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно начала координат. Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



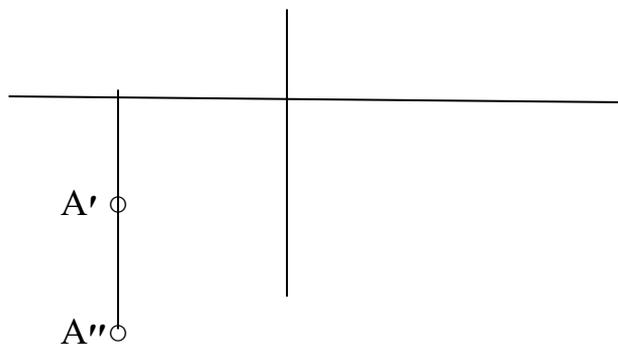
### Задача №16

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно плоскости  $\Pi_2$ . Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



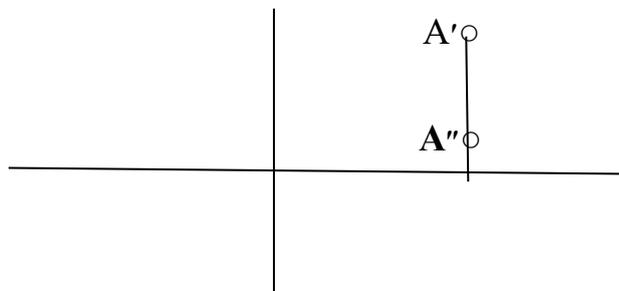
### Задача №17

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно плоскости  $\Pi_2$ . Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



### Задача №18

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно плоскости  $\Pi_3$ . Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



### Занятие №3(1.2.1)

Позиционные задачи. Задачи на взаимную принадлежность точек, прямых и плоскостей. Задачи на пересечение прямой и плоскости и двух плоскостей. Алгоритмы решения задач.

#### Контрольные вопросы

- 1.Какая прямая называется прямой общего положения?
- 2.Какая прямая называется линией уровня? Какие линии уровня Вы знаете?
- 3.Постройте эюр произвольной фронтали, горизонтали и профильной прямых. Назовите их основные свойства.
- 4.Какая прямая называется проецирующей? Какие бывают проецирующие прямые?
- 5.Постройте эюр произвольной горизонтально-проецирующей прямой; фронтально-проецирующей прямой; профильно-проецирующей прямой. Назовите их основные свойства.
- 6.Может ли отрезок прямой быть меньше проекции на плоскость проекций?
- 7.В каком случае отрезок прямой проецируется на плоскость проекций в натуральную величину?
- 8.Какая прямая проецируется в натуральную величину на горизонтальную плоскость проекций? На фронтальную? На профильную?
- 9.Как называется прямая, параллельная оси Z, оси X, оси Y?

#### **Прямая общего положения. Частные положения прямых.**

##### **Типовая задача**

Дать эюр отрезка АВ, расположенного в первом квадранте пространства, параллельного фронтальной плоскости проекций, касающегося в точке А горизонтальной плоскости проекций

##### **Алгоритм решения задачи:**

1. Определить знаки координат отрезка АВ.

2. Спроецировать отрезок АВ на горизонтальную и фронтальную плоскости проекций.

**Решение**

1. Отрезок АВ находится в первом квадранте, поэтому знаки координат I(+;+;+).
2. Так как точка А касается горизонтальной плоскости проекций, то ее фронтальная проекция А'' лежит на оси Х (Рис.3.1).

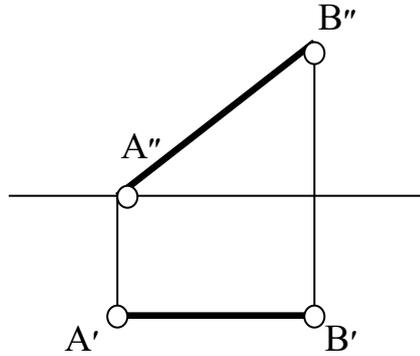


Рис.3.1

**Задача №1**

Дать эюр отрезка АВ:

- 1.1. Расположенного в четвертом квадранте пространства. Точка А отрезка равноудалена от фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций на 15мм, точка В удалена от фронтальной плоскости проекций на 5мм, а от горизонтальной плоскости проекций - на 25мм.
- 1.2. Расположенного на задней поле горизонтальной плоскости проекций. Точка А удалена от оси Х на 10мм, точка В удалена от фронтальной плоскости проекций на 15мм.
- 1.3. Лежащего во втором квадранте пространства перпендикулярно фронтальной плоскости проекций, пересекающего фронтальную плоскость проекций в точке В.
- 1.4. Лежащего в первом квадранте пространства перпендикулярно профильной плоскости проекций на расстоянии 15мм от фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций.

**Задача №2**

Построить недостающую проекцию отрезка АВ. Определить, в каком октанте пространства он расположен (Рис.3.2-3.7)

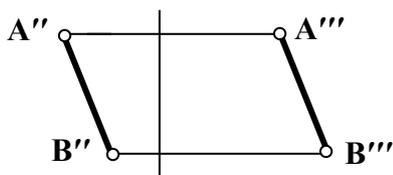


Рис.3.2

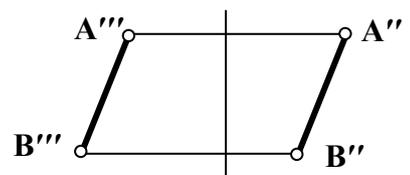


Рис.3.3

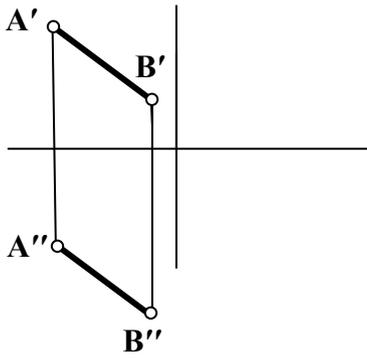


Рис. 3.4

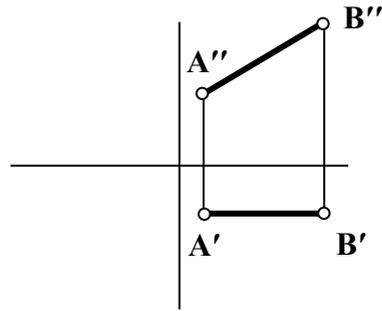


Рис.3.5

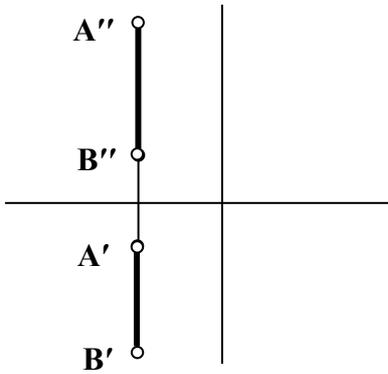


Рис.3.6

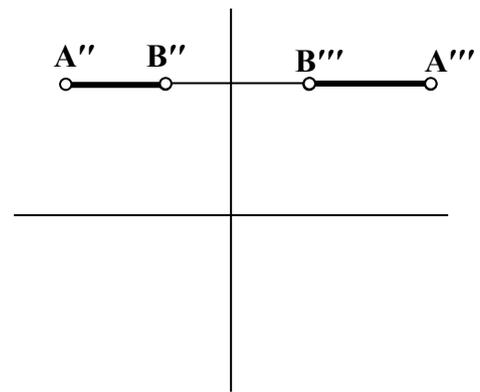


Рис.3.7

### Задача №3

Определить, принадлежит ли точка С отрезку прямой АВ (Рис.3.8-3.11).  
 Определить, в каком октанте пространства находится отрезок АВ.

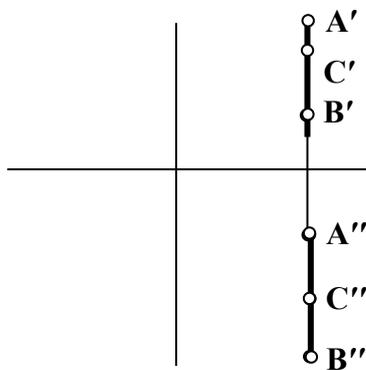


Рис.3.8

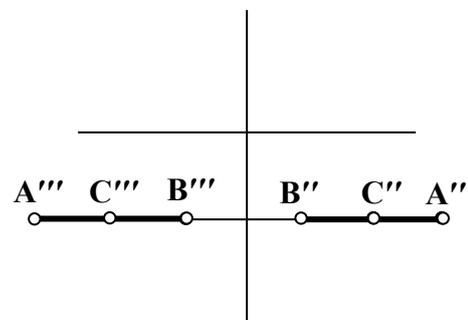


Рис.3.9

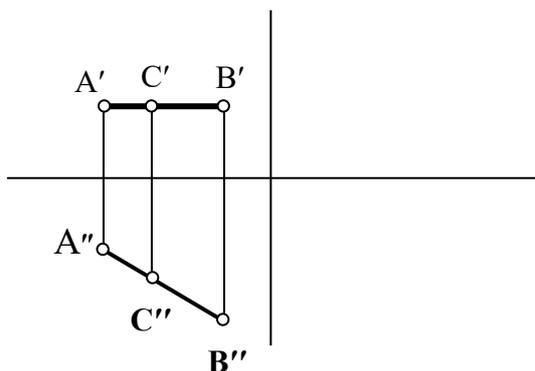


Рис.3.10

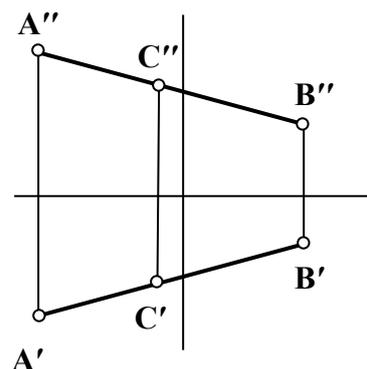


Рис.3.11

### Занятие №4(1.2.4)

Следы прямой. Линии уровня, проецирующие прямые.

Контрольные вопросы

1. Что называется следом прямой?
2. Какие следы прямой бывают? Как они обозначаются?
3. Какая координата равна нулю:
  - для фронтального следа прямой;
  - для горизонтального следа прямой.
4. Имеет ли фронталь горизонтальный след? Фронтальный след?

### Следы прямой. Метод прямоугольного треугольника

#### Типовая задача

Найти следы прямой АВ, определить, через какие квадранты пространства она проходит, определить участки видимости проекций прямой.

**Алгоритм решения задачи:**

1. Найти пересечение проекций прямой с осью X
2. Обозначить найденные проекции следов и определить недостающие их проекции
3. Определить границы квадрантов, пересекаемых прямой
4. Методом вспомогательных точек определить, через какие квадранты проходит данная прямая
5. Определить видимые и невидимые участки прямой

**Решение:**

Чтобы найти горизонтальный след прямой:

1. Продолжаем фронтальную проекцию прямой АВ до пересечения с осью X. На пересечении находим фронтальную проекцию горизонтального следа - точку М".
2. Из точки М" проводим линию связи до пересечения с горизонтальной проекцией прямой АВ. На пересечении находим горизонтальную проекцию горизонтального следа (М'), а соответственно и сам горизонтальный след (М).

Фронтальный след прямой АВ находим по аналогичной схеме:

1.Продолжим горизонтальную проекцию прямой до пересечения с осью Х и находим горизонтальную проекцию фронтального следа ( $N'$ ).

2. Из полученной точки проводим линию связи до пересечения с фронтальной проекцией прямой АВ и находим фронтальную проекцию фронтального следа ( $N''=N$ ).

3.Переходим ко второй половине задачи - определению квадрантов пространства, через которые проходит заданная прямая. Мы уже определили, что границами квадрантов в пространстве являются плоскости проекций, а на эюре - следы прямой.

4.Поскольку точки А и В находятся в первом квадранте пространства (горизонтальные проекции обеих точек находятся ниже оси х, а фронтальные проекции - выше), то между следами М и N прямая расположена в первом квадранте пространства. Слева от точки N в любом месте прямой АВ отметим точку С', а в точке пересечения линии связи с фронтальной проекцией прямой, найдем точку С''. Мы видим, что полученная точка С лежит во втором квадранте пространства. Аналогичным способом построим эюр точки D, лежащей правее горизонтального следа прямой и определяем, что точка расположена в четвертом квадранте пространства.

5.Далее необходимо определить видимость участков проекций прямой:  
I квадрант - горизонтальная и фронтальная проекции видимые;  
II квадрант - горизонтальная проекция - видимая, фронтальная - не видимая;  
III квадрант - горизонтальная и фронтальная проекции не видимые;  
IV квадрант - фронтальная проекция - видимая, горизонтальная проекция - не видимая(Рис.4).

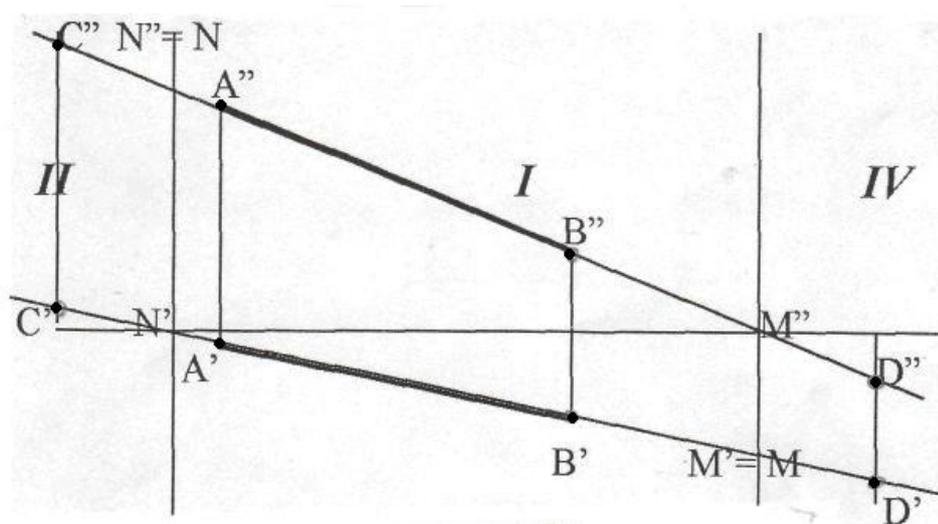


Рис.4

### Задача № 1

Найти следы прямой АВ. Определить, через какие квадранты пространства она проходит. Определить видимость участков проекций прямой АВ (Рис.4.1–4.8)

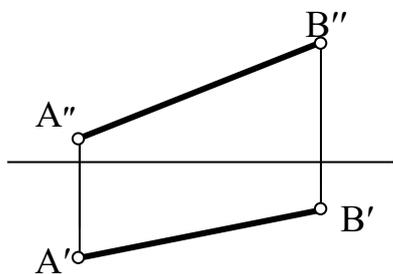


Рис 4.1

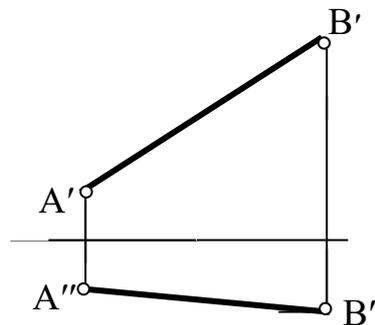


Рис.4.2

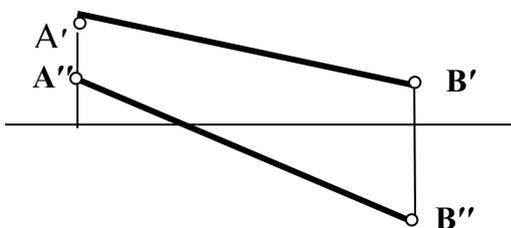


Рис 4.3

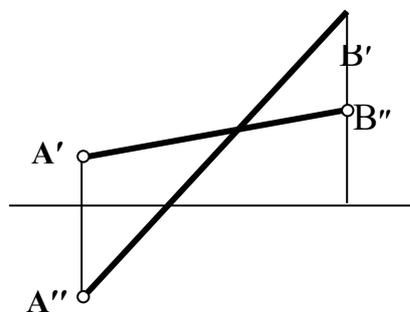


Рис 4.4

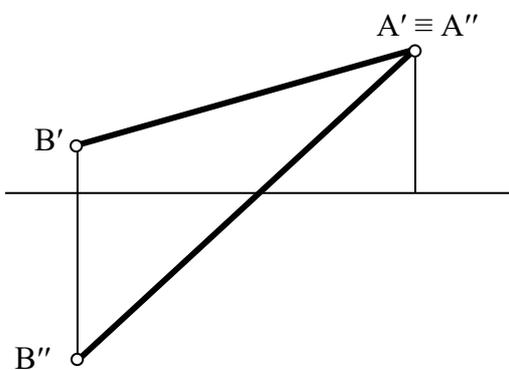


Рис 4.5

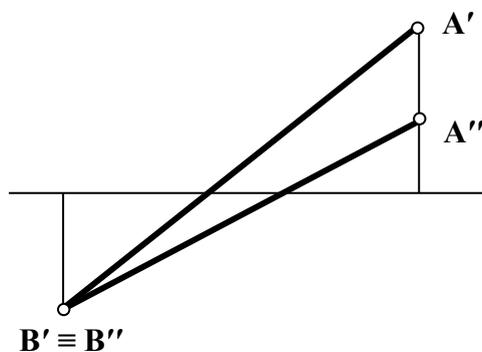


Рис 4. 6

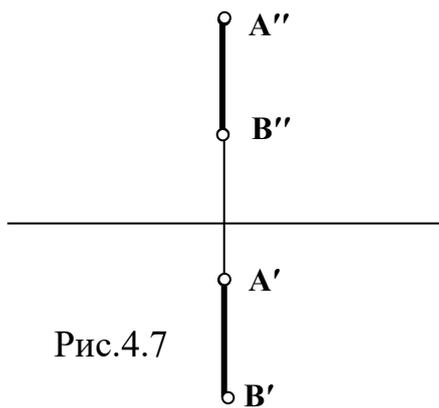


Рис.4.7

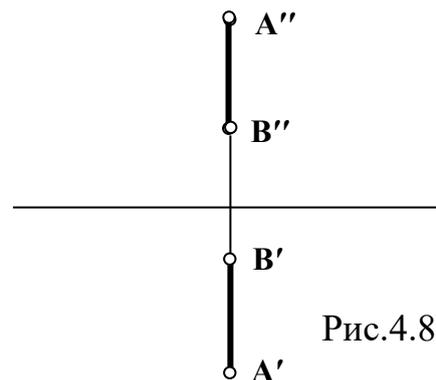


Рис.4.8

Задача № 2

Построить эюр прямой АВ, если известно положение ее следов. Определить участки видимости прямой и через какие квадранты пространства она проходит (Рис.4.9 – 4.14).

$N'' \equiv N$



Рис.4.9

$M' \equiv M$



Рис.4.10

$M' \equiv M$

$N'' \equiv N$



Рис 4.11

$M' \equiv M$

$N'' \equiv N$



Рис 4.12

$N'' \equiv N$

$M' \equiv M$



$N'' \equiv N$

$M' \equiv M$

Рис. 4.13



Рис.4.14

## Занятие №5(1.2.5)

Следы плоскости, главные линии плоскости. Плоскости уровня, проецирующие плоскости.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается метод прямоугольного треугольника?
2. Для чего применяется метод прямоугольного треугольника?

### Метод прямоугольного треугольника

#### Типовая задача

Найти угол наклона отрезка АВ к фронтальной плоскости проекций.

**Алгоритм решения задачи:**

1. Определение проекции отрезка, на котором выполняется построение
2. Применение метода прямоугольного треугольника

**Решение:**

1. Так как необходимо найти угол наклона к фронтальной плоскости проекций, то построение выполняем на фронтальной проекции прямой.
2. От точки  $B''$  перпендикулярно  $A''B''$  откладываем прямую.
3. На ней откладываем разницу расстояний  $B''B^0$ .
4. Отрезок  $A''B^0$  и является натуральной величиной (Рис.5).

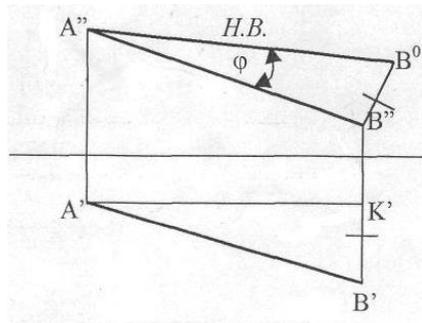


Рис.5

### Задача №1

Найти натуральную величину отрезка АВ и угол наклона к горизонтальной плоскости проекций (Рис.5.1-5.12)

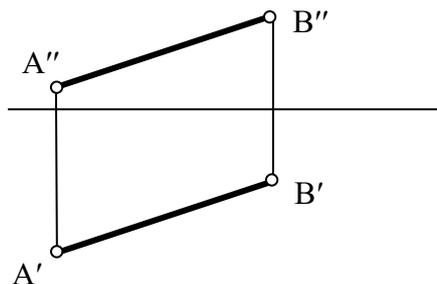


Рис. 5.1

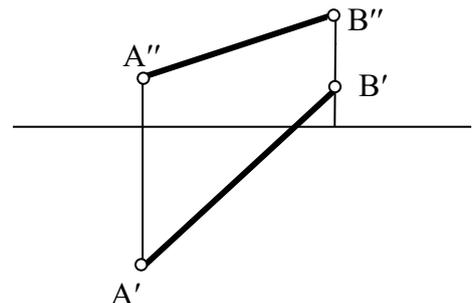


Рис.5.2

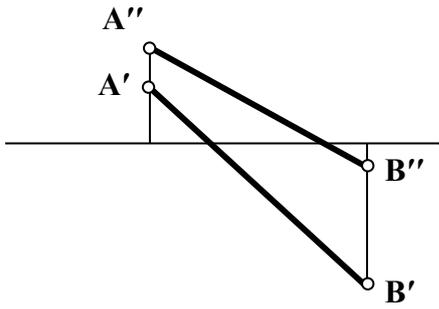


Рис. 5.3

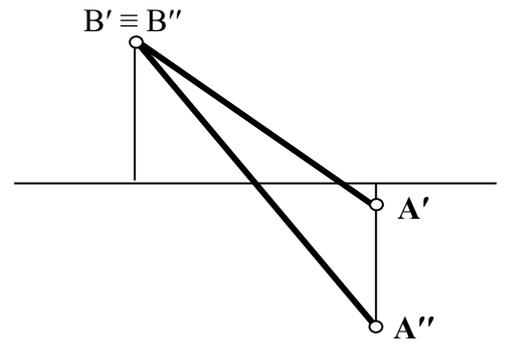


Рис. 5.4

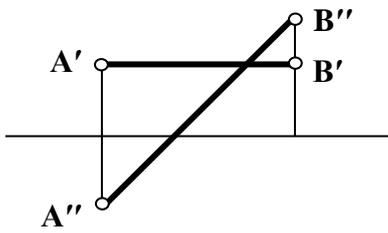


Рис. 5.5

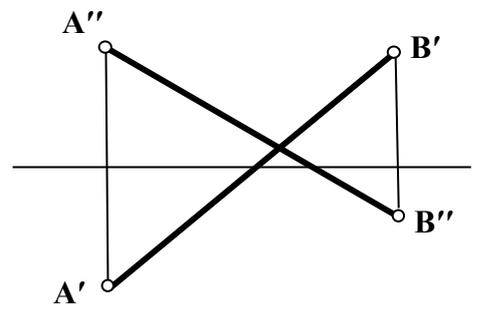


Рис. 5.6

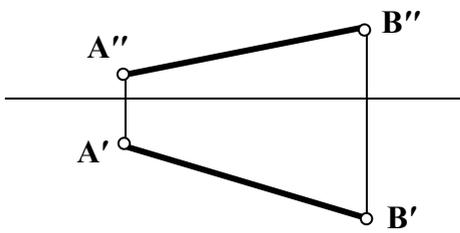


Рис. 5.7

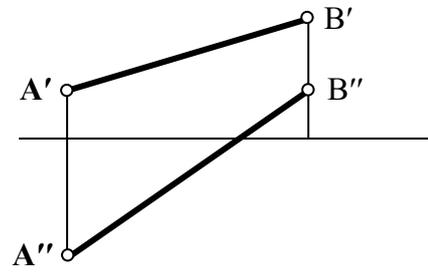


Рис. 5.8

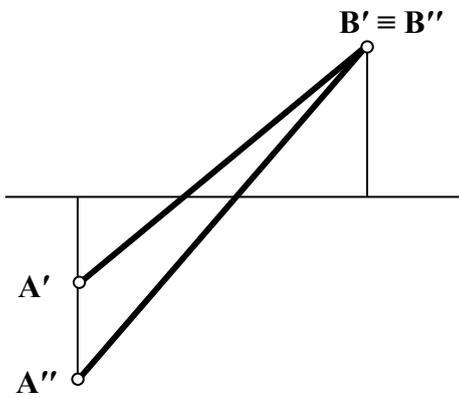


Рис. 5.9

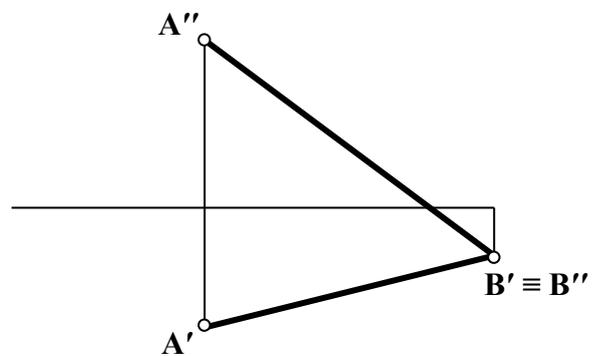


Рис. 5.10

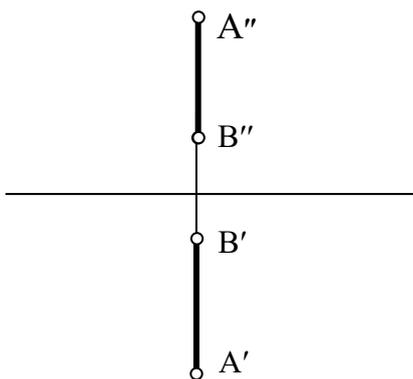


Рис.5.11

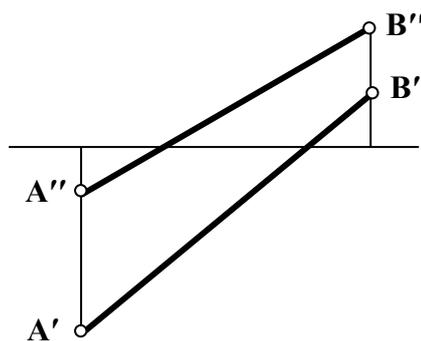


Рис.5.12

Задача № 2

Определить натуральную величину отрезка АВ и угол его наклона к фронтальной плоскости проекций (Рис.5.13 –5.19).

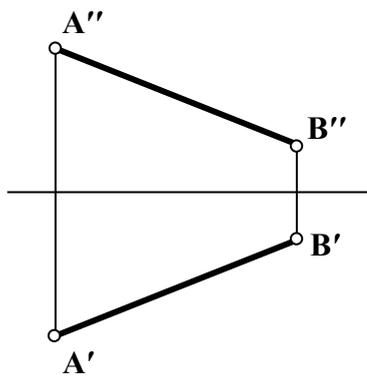


Рис.5.13

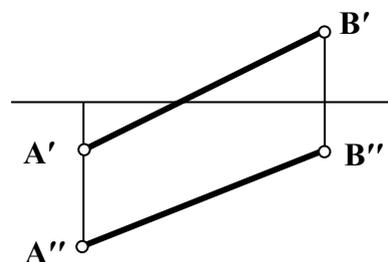


Рис.5.14

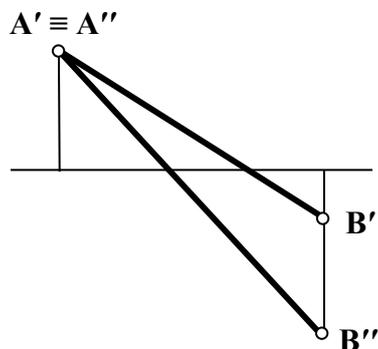


Рис.5.15

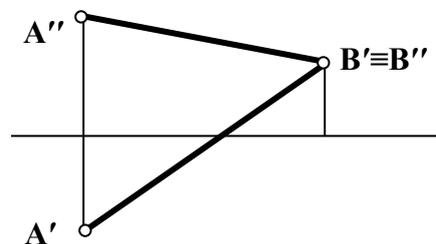


Рис. 5.16

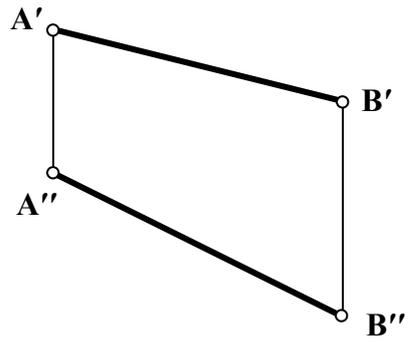


Рис. 5.17

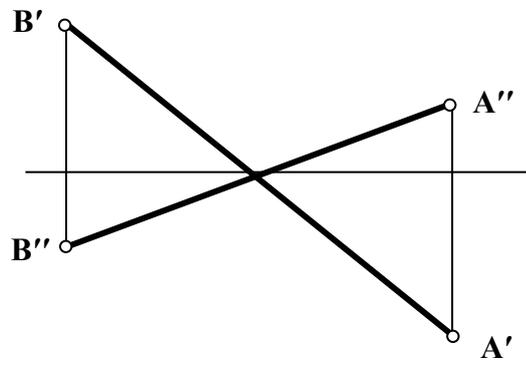


Рис. 5.18

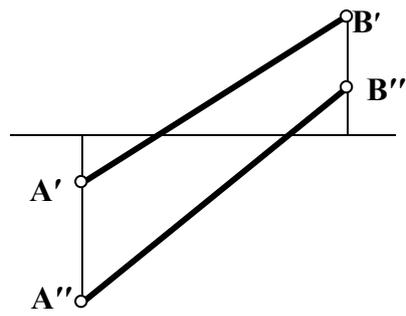


Рис.5.19

## Занятие № 6(1.3.1)

Метрические задачи. Определение натуральной величины отрезка прямой методом прямоугольного треугольника.

Контрольные вопросы

1. Как формулируется теорема о проецировании прямого угла?
2. Перечислите возможные случаи взаимного расположения двух прямых в пространстве.
3. Дать эпюр двух пересекающихся, скрещивающихся, параллельных прямых.
4. Как расположены две прямые в пространстве, если их фронтальные проекции взаимно параллельны, а горизонтальные проекции пересекаются?
5. Как расположены две прямые в пространстве, если их горизонтальные проекции параллельны и фронтальные проекции также параллельны?

### Теорема о проецировании прямого угла

#### Типовая задача

Определить расстояние от точки  $C$  до прямой  $AB$ .

**Алгоритм решения задачи:**

1. Опустить перпендикуляр из точки  $C$  на прямую  $AB$ .
2. Методом прямоугольного треугольника определить натуральную величину полученного отрезка.

**Решение:**

1. Опуская перпендикуляр из точки  $C$  на прямую  $AB$  учтем, что прямая  $AB$  – фронталь, а значит угол между прямыми  $CD$  и  $AB$  по теореме о проецировании прямого угла будет проецироваться в натуральную величину на фронтальную плоскость проекций. Опустим из точки  $C''$  перпендикуляр на проекцию  $A''B''$ . Основанием перпендикуляра является точка  $D''$ . По линии связи найдем горизонтальную проекцию  $D'$ , и соединив горизонтальные проекции точек  $C$  и  $D$ , проведем горизонтальную проекцию перпендикуляра  $CD$ .
2. Отрезок  $CD$  определяет расстояние от точки  $C$  до прямой  $AB$ . Чтобы найти величину этого отрезка, воспользуемся методом прямоугольного треугольника. Отрезок  $C^0D''$  и натуральная искомая есть величина (Рис.6).

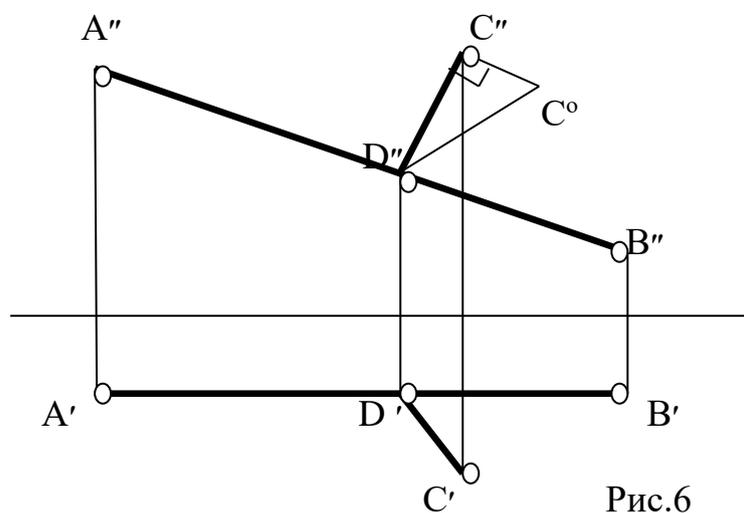


Рис.6

### Задача №1

Построить эюр фронтали, расположенной на расстоянии 15 мм от фронтальной плоскости проекций и пересекающей прямую АВ в точке С под прямым углом (Рис.6.1, 6.2).

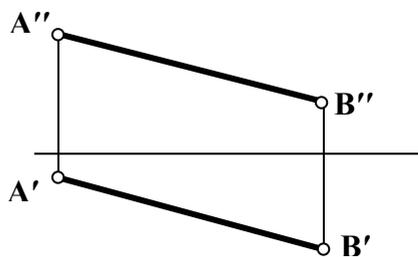


Рис. 6. 1

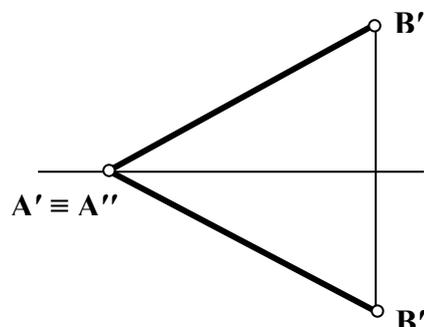


Рис. 6.2

### Задача № 2

Построить эюр горизонтали, расположенной на расстоянии 10 мм от горизонтальной плоскости проекций и пересекающей прямую АВ под прямым углом (Рис. 6.3, 6.4).

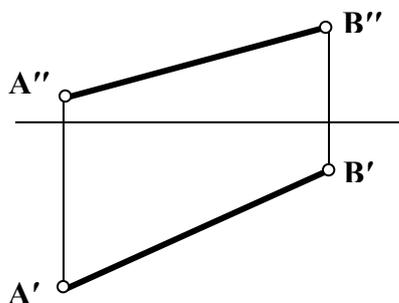


Рис. 6.3

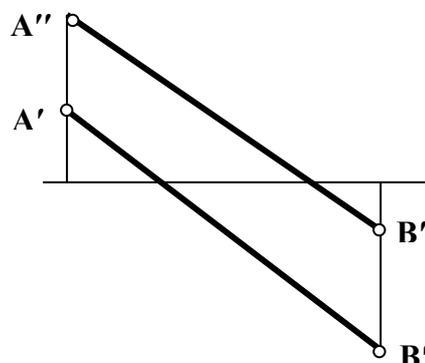


Рис. 6.4

### Типовая задача

Построить эюр квадрата ABCD, если сторона BC лежит на прямой KL

**Алгоритм решения задачи:**

1. Отложить перпендикуляр из точки В' к прямой KL.
2. Методом прямоугольного треугольника находим натуральную величину стороны квадрата.
3. Откладываем стороны квадрата на соответствующих проекциях прямой.

**Решение:**

1. По линии связи находим точку В', которая находится на K'L'.

2. По теореме о проецировании прямого угла проводим перпендикуляр к проекции  $K'L'$  через точку  $B'$ .

3. Находим точку  $A'$  путем пересечения линии связи, опущенной из точки  $A''$ , с перпендикуляром, проведенным к  $K'L'$ .

4. Методом прямоугольного треугольника находим натуральную величину отрезка  $A'B'$ .

5. Так как у квадрата все стороны равны и сторона  $BC$  лежит на прямой  $KL$ , то измерив натуральную величину отрезка  $AB$ , откладываем его влево или вправо от точки  $B$ .

6. Получаем точку  $C$ .

7. Точку  $D'$  находим исходя из свойств квадрата.

8. Находим точку  $D''$  (рис. 7).

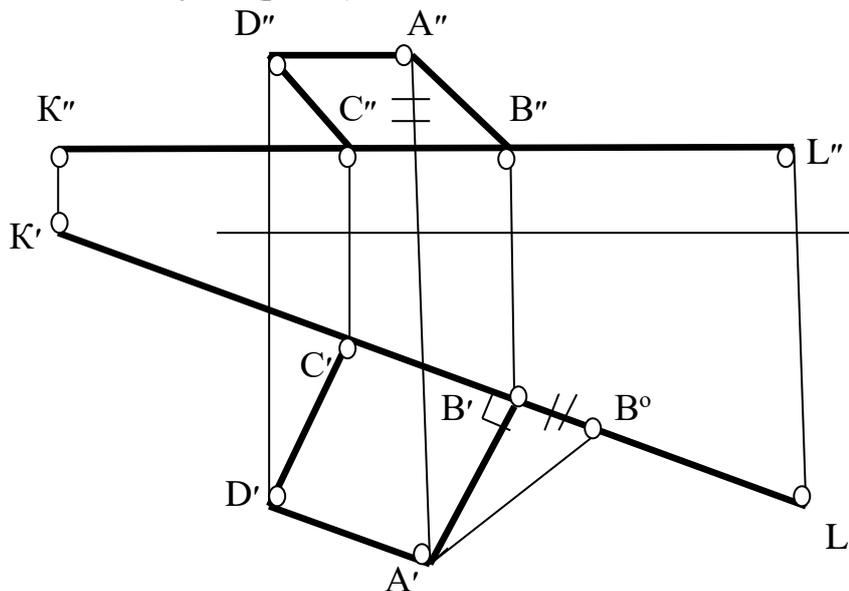


Рис. 7

### Задача №3

Построить эпюр равнобедренного треугольника  $ABC$  с основанием  $BC$  на прямой  $KL$ , если его высота  $AD$  равна его основанию  $BC$  (Рис. 7.1, 7.2).

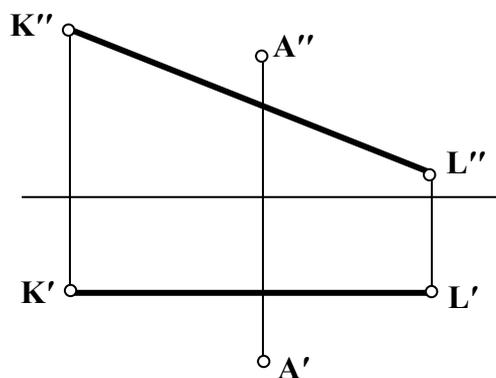


Рис. 7.1

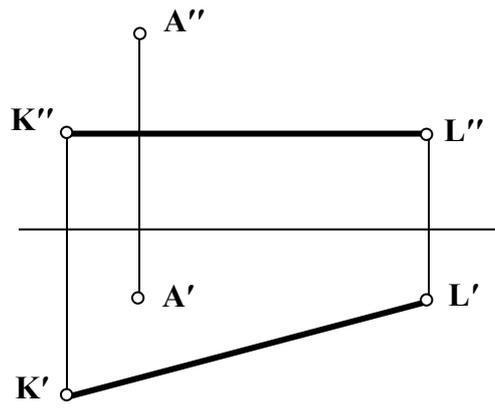


Рис.7.2

Задача №4

Построить эюр прямоугольного треугольника ABC, катеты которого равны между собой и катет BC лежит на прямой KL (Рис. 7.3.7.4).

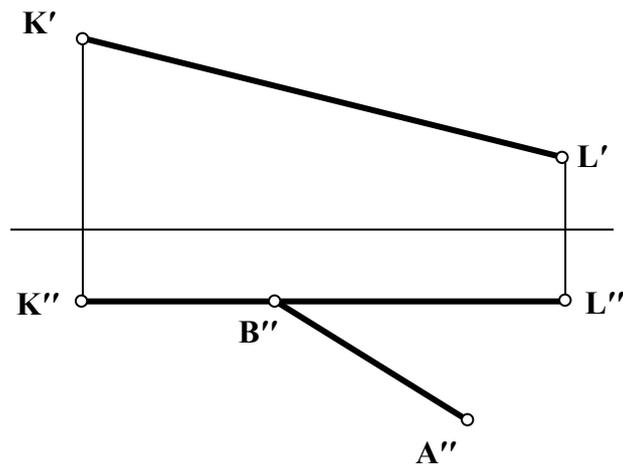


Рис.7.3

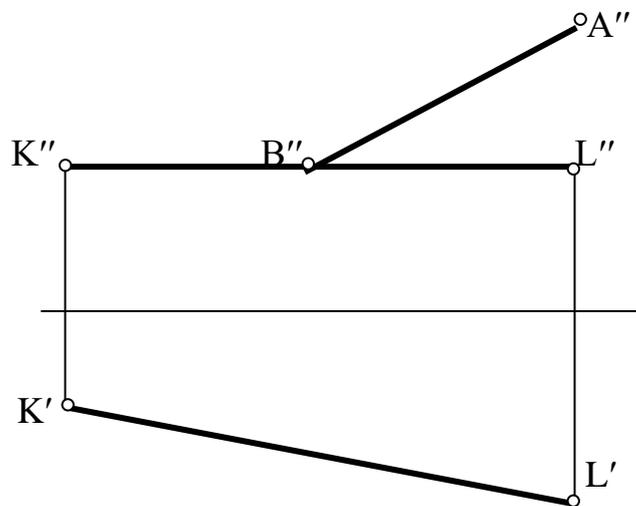


Рис. 7.4

Задача №5

Построить эюр прямоугольника ABCD, сторона BC которого лежит на прямой KL и в два раза меньше стороны AB (Рис. 7.5, 7.6).

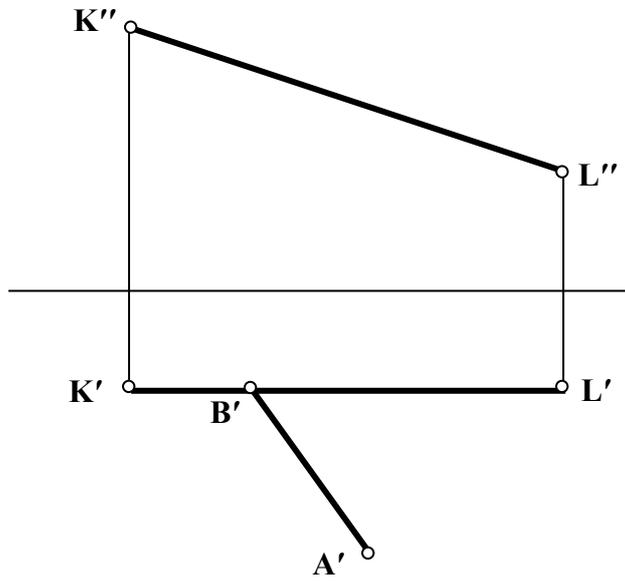


Рис.7.5

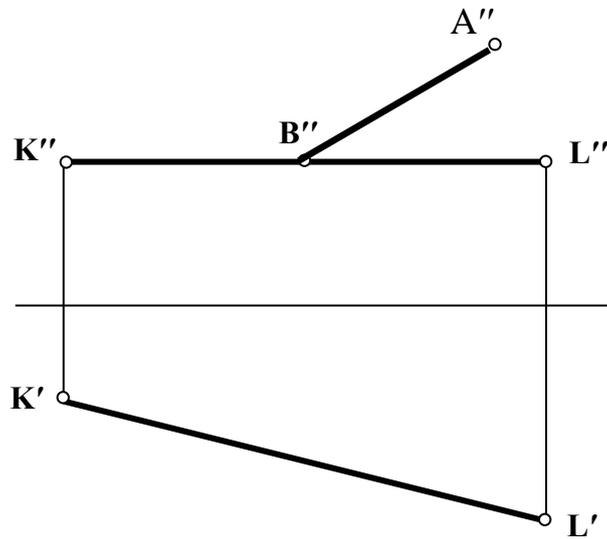


Рис.7.6

Задача № 6

Построить эюр ромба ABCD, если BD – одна из его диагоналей, а вершина A лежит на прямой KL (Рис. 7.7,7.8)

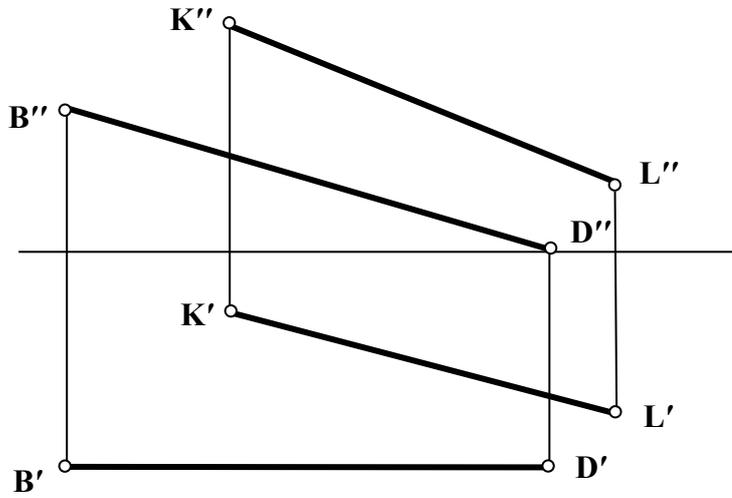


Рис.7.7

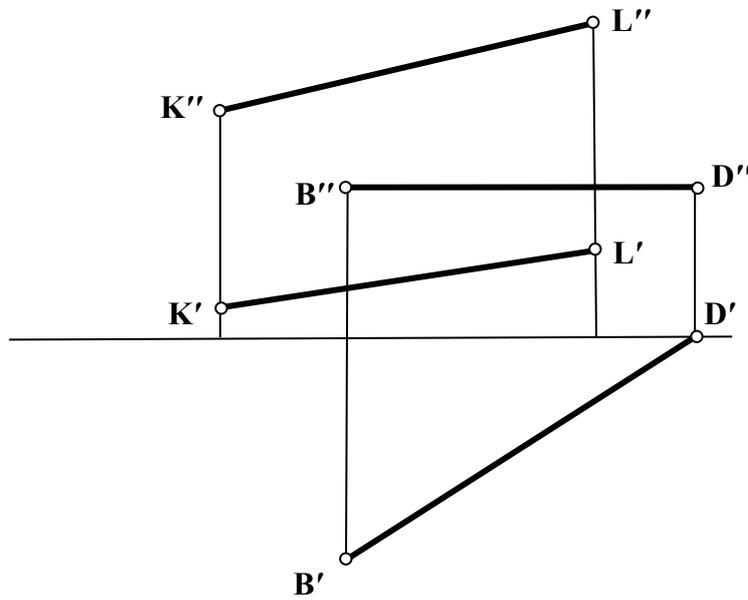


Рис.7.8

## Занятие № 7(1.3.2)

Теорема о проекции прямого угла, задачи на перпендикулярность прямой и плоскости.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите способы задания плоскости в начертательной геометрии.
2. Можно ли задавать плоскость скрещивающимися прямыми? Параллельными прямыми?
3. Что называется следом плоскости? Дать определение. Перечислить следы плоскости, которые вы знаете.
4. Какая точка называется точкой схода следов?
5. Какой оси принадлежит точка схода горизонтального и профильного следов плоскости?
6. Назовите признаки принадлежности отрезка прямой плоскости.
7. Назовите признак принадлежности точки плоскости.

## Плоскость

### Типовая задача

Достроить горизонтальную проекцию прямой АВ, принадлежащей плоскости  $\alpha$ .

**Алгоритм решения задачи:** I способ

1. Построить недостающие проекции точек, принадлежащих прямой АВ и плоскости  $\alpha$ .
2. Провести соответствующую проекцию прямой через полученные проекции точек.

### Решение:

1. Если прямая принадлежит плоскости, то ее фронтальный след принадлежит фронтальному следу плоскости, а ее горизонтальный след принадлежит горизонтальному следу плоскости. Найдем горизонтальный след прямой АВ. Для этого найдем точку пересечения фронтальной проекции прямой с осью  $x$  – фронтальную проекцию горизонтального следа  $M''$ . Горизонтальный след, в соответствии с определением, находим, проведя линию связи из точки  $M''$  до пересечения с горизонтальным следом плоскости,  $h'_{\alpha}$ . Фронтальный след прямой АВ найдем на пересечении фронтальной проекции прямой с фронтальным следом плоскости  $\alpha$ . Горизонтальная проекция фронтального следа ( $N'$ ) прямой всегда принадлежит оси  $x$ .

2. Таким образом построили горизонтальные проекции двух точек, принадлежащих одновременно и плоскости  $\alpha$  и прямой АВ. Такими точками являются горизонтальные проекции следов прямой ( $N'$  и  $M'$ ). Для построения горизонтальной проекции прямой АВ соединяем полученные горизонтальные проекции следов  $M$  и  $N$  и находим горизонтальные проекции точек, ограничивающие отрезок АВ (Рис. 7.1).

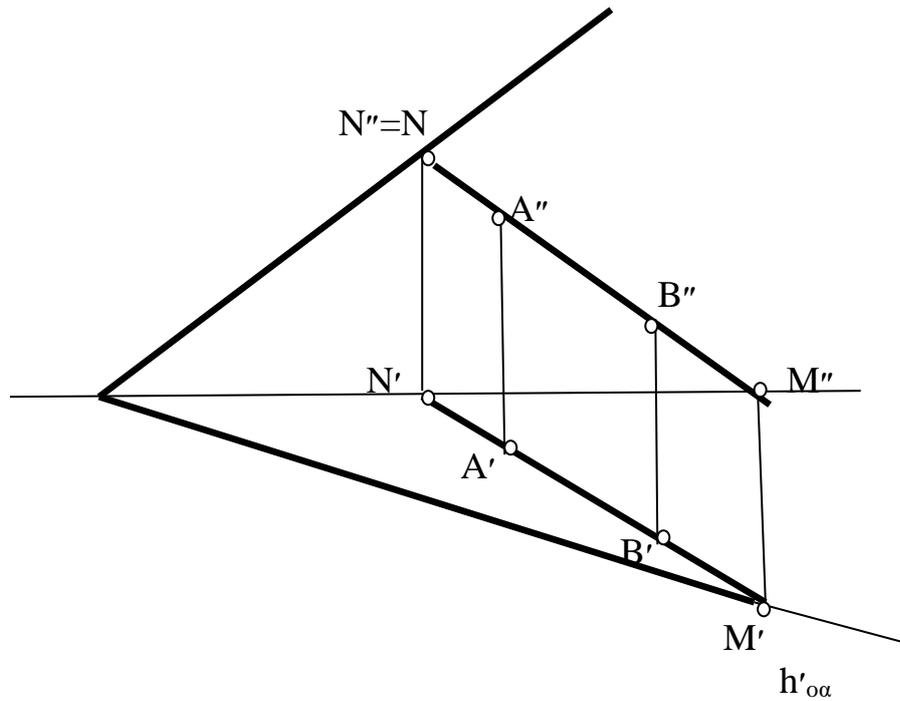


Рис. 7.1  
II способ

1. Способ основан на признаке принадлежности прямой плоскости. Для нахождения недостающей проекции прямой в данном случае, найдем недостающие проекции двух точек, принадлежащих и заданной прямой и данной плоскости.

2. Найдем горизонтальную проекцию точки А. Для этого через точку А проведем горизонталь, принадлежащую плоскости  $\alpha$ . На горизонтальной проекции этой горизонтали и будет лежать горизонтальная проекция точки А. Для нахождения горизонтальной проекции точки В также проведем горизонталь через эту точку.

3. Соединив горизонтальные проекции полученных точек, получим горизонтальную проекцию заданного отрезка АВ (Рис. 7.2).

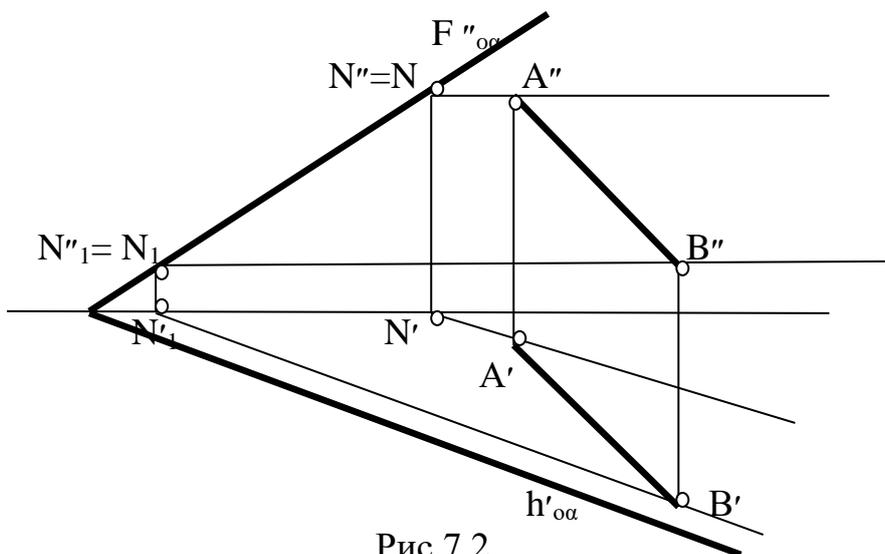


Рис. 7.2  
Задача №1

Определить, принадлежит ли прямая АВ плоскости  $\alpha$ .

а) Плоскость задана следами (Рис.7.3,7.4).

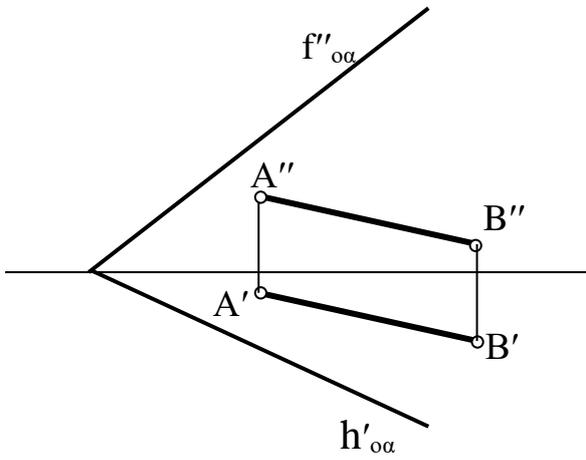


Рис.7.3

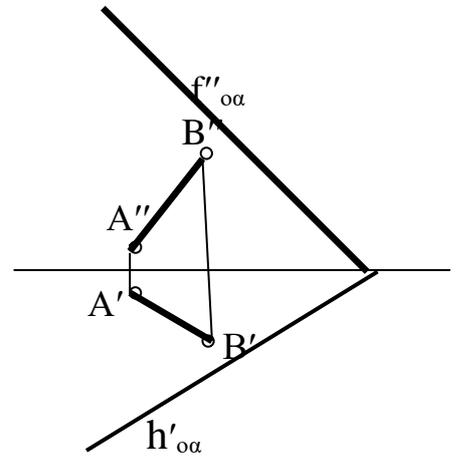


Рис.7.4

б) Плоскость задана тремя точками: С, D, E (Рис.7.5,7.6)

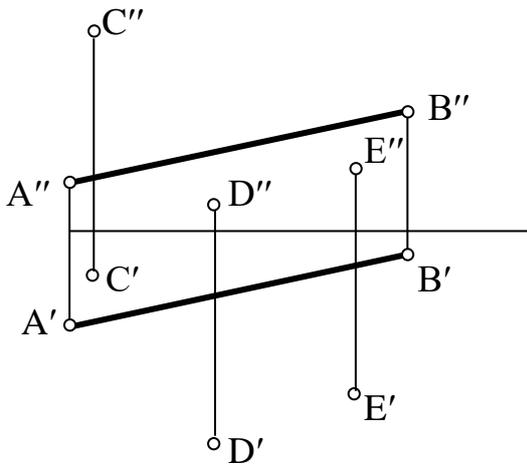


Рис.7.5

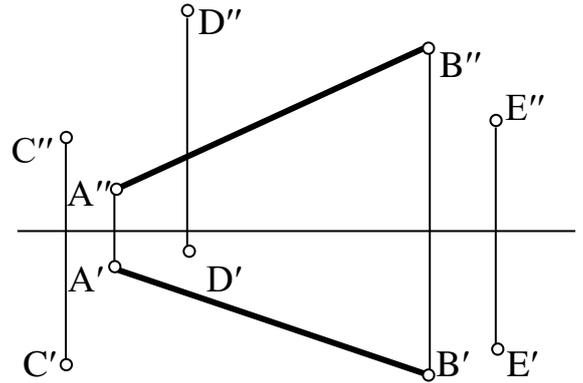


Рис.7.6

Задача №2

Достроить недостающую проекцию прямой АВ, принадлежащей плоскости  $\alpha$ .  
 а) Плоскость задана следами (Рис.7.7,7.8).

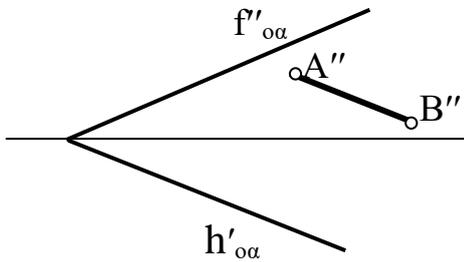


Рис.7.7

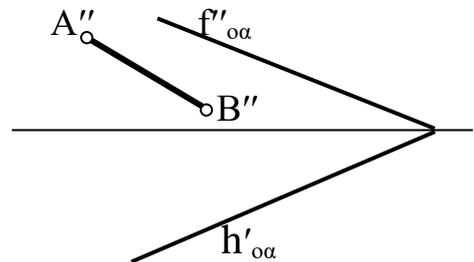


Рис.7.8

б) Плоскость задана треугольником CDE (Рис.7.9,7.10)

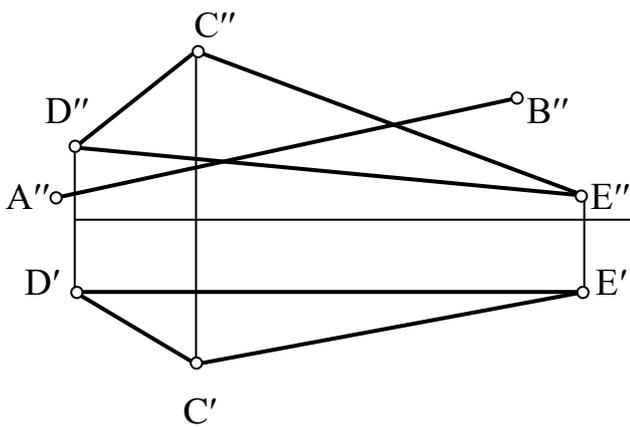


Рис.7.9

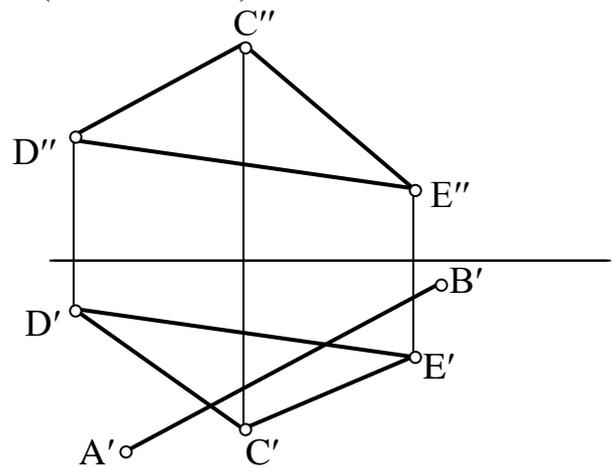


Рис.7.10

в) Плоскость задана прямой CD и точкой E (Рис.7.11,7.12)

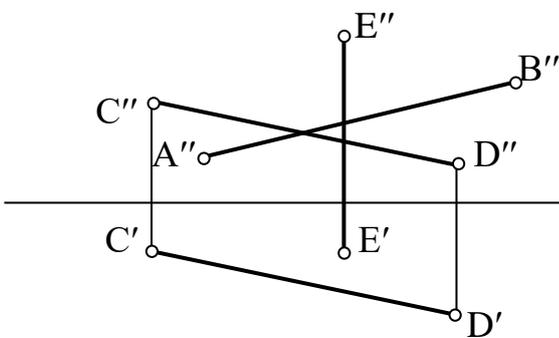


Рис.7.11

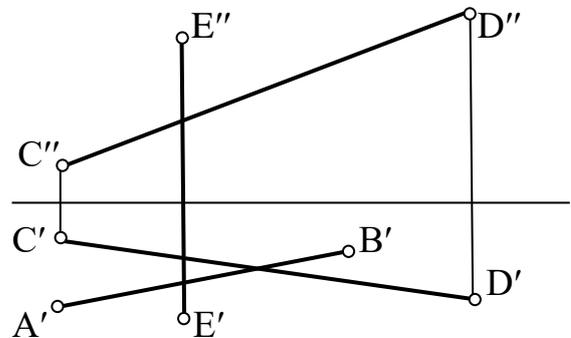


Рис.7.12

### Занятие №8(1.4.1), 9(1.4.3)

Способы преобразования комплексного чертежа. Введение новых плоскостей проекций. Плоскопараллельное перемещение. Вращение оригинала вокруг проецирующих прямых и прямых уровня. Применение способов преобразования проекций к решению позиционных и метрических задач. Алгоритмы решения задач

#### Контрольные вопросы

- 1) Перечислите главные линии плоскости.
- 2) Какая прямая называется линией ската плоскости.
- 3) Можно ли задать плоскость положением только её линии ската?
- 4) Какие плоскости называются плоскостями общего положения?
- 5) Какие плоскости называются плоскостями уровня?
- 6) Имеет ли горизонтальная плоскость горизонтальный след? А фронтальный ?
- 7) Какие плоскости называются проецирующими?

#### Главные линии плоскости. Частные положения плоскостей

##### Задача №1

Построить недостающий след плоскости  $\alpha$ , если точка  $A$  принадлежит этой плоскости (Рис.8.1-8.4).

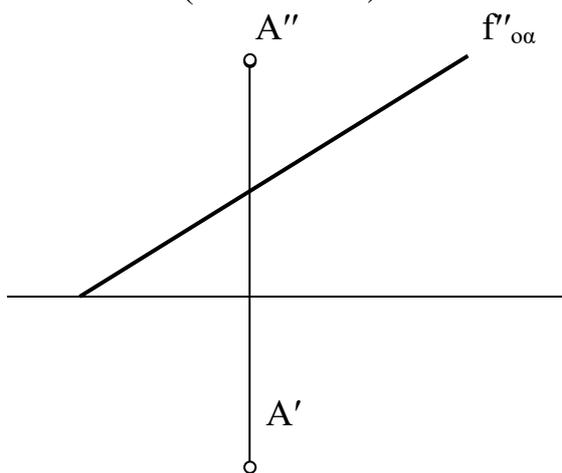


Рис.8.1

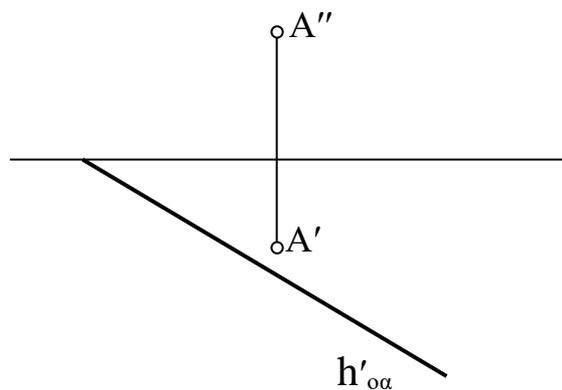


Рис.8.2

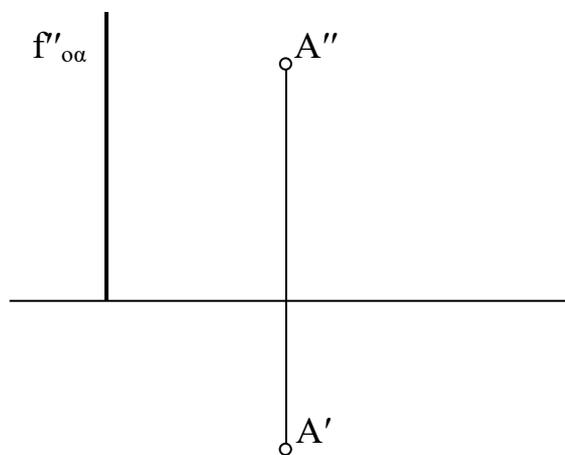


Рис. 8.3

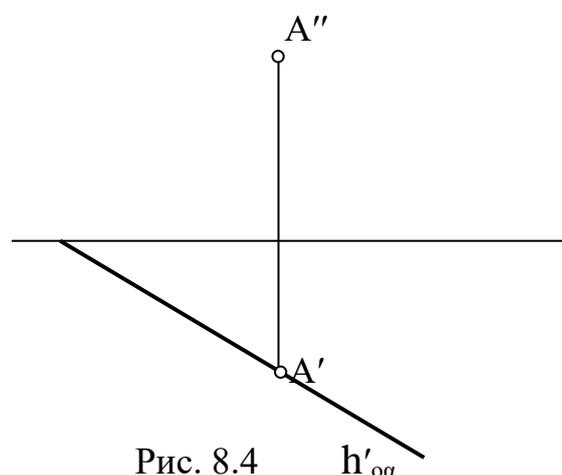


Рис. 8.4

Задача №2

Задать плоскость следами. Плоскость задана прямыми АВ и CD (Рис.8.5,8.6)

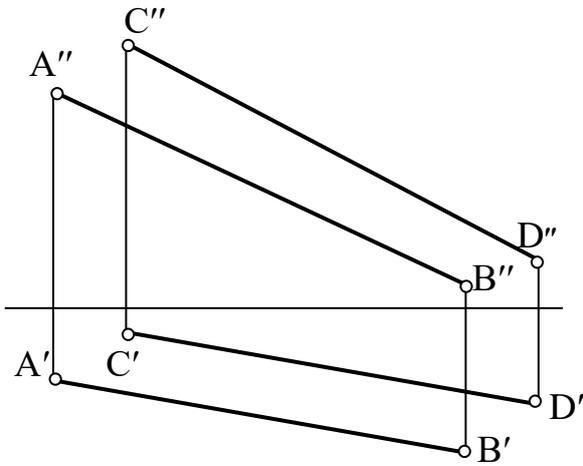


Рис.8.5

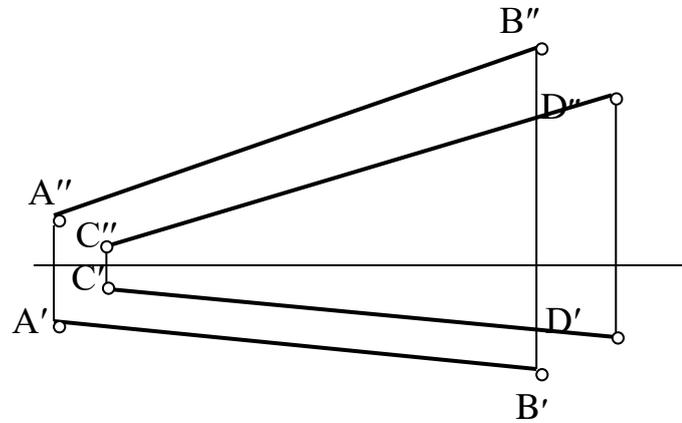


Рис.8.6

**Типовая задача**

Определить угол наклона плоскости  $\alpha$  к горизонтальной плоскости проекций

**Алгоритм решения задачи:**

1. Построить линию ската.
2. Методом прямоугольного треугольника найти натуральную величину линии ската и определить угол наклона.

**Решение:**

1. Проводим горизонтальную проекцию линии ската перпендикулярно горизонтальному следу плоскости ( $M'N'$ ). Фронтальные проекции линии ската находим по линиям связи ( $M''N''$ ).
2. Методом прямоугольного треугольника находим натуральную величину линии ската  $M'N_0$  и обозначаем угол наклона (Рис.8.7).

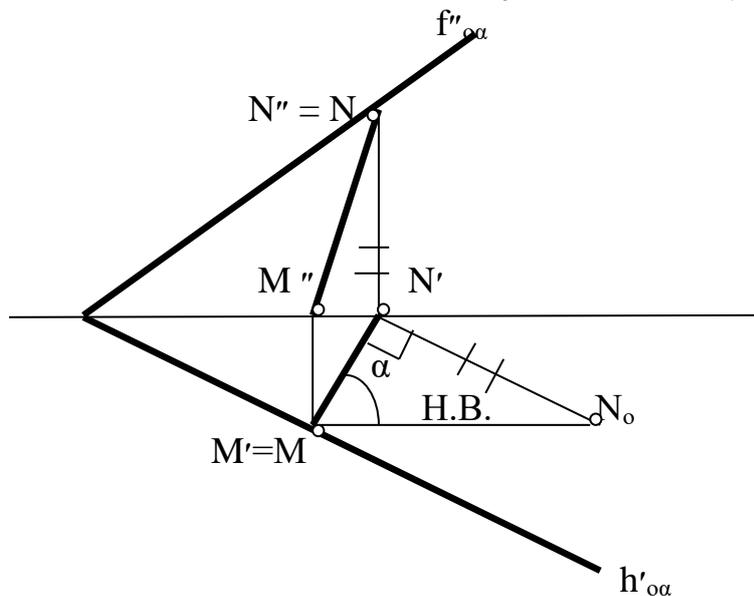


Рис.8.7

Задача №3

Определить угол наклона плоскости  $\alpha$  к горизонтальной плоскости проекций  
а) Плоскость задана следами (Рис.8.8,8.9)

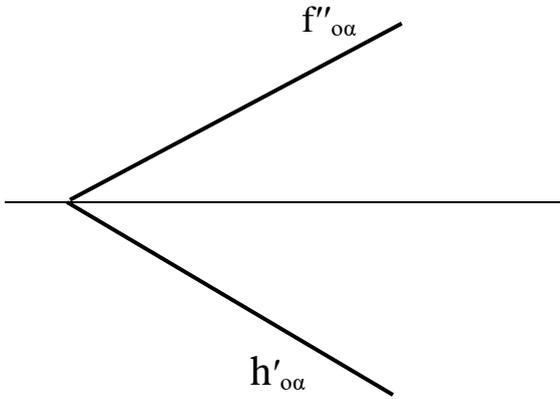


Рис.8.8

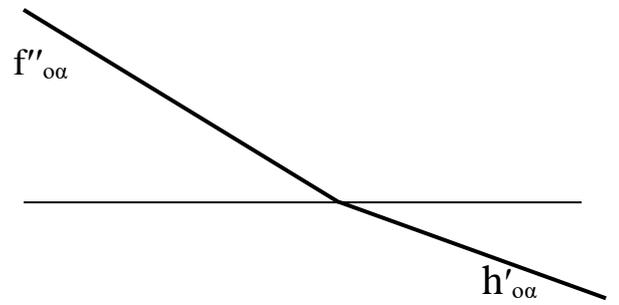


Рис.8.9

б) Плоскость задана отрезком (Рис.8.10,8.11)

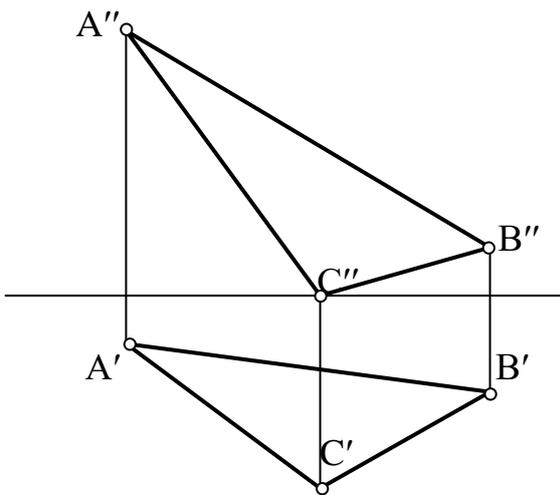


Рис.8.10

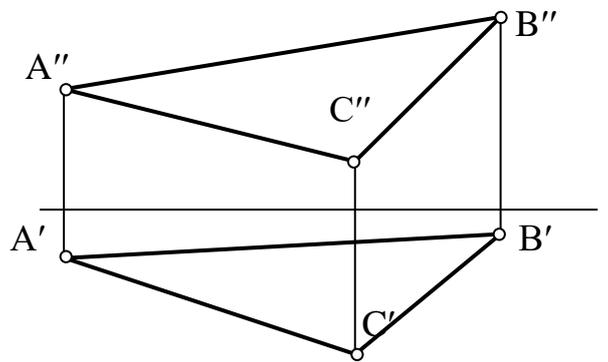


Рис.8.11

Задача №4

Определить угол наклона плоскости  $\alpha$  к фронтальной плоскости проекций.

а) Плоскость задана следами (Рис.8.12-8.15)

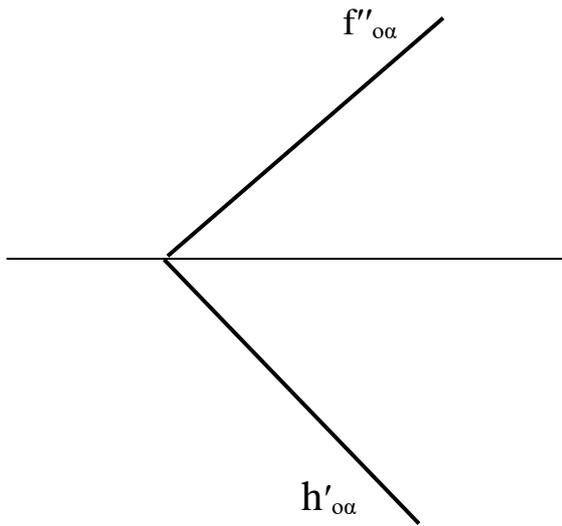


Рис.8.12

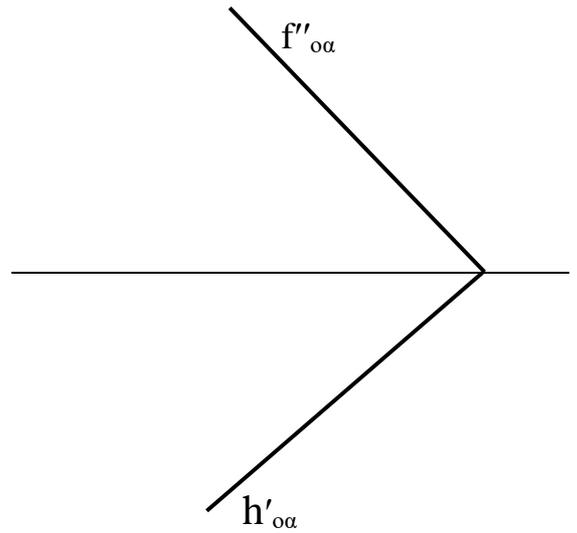


Рис.8.13

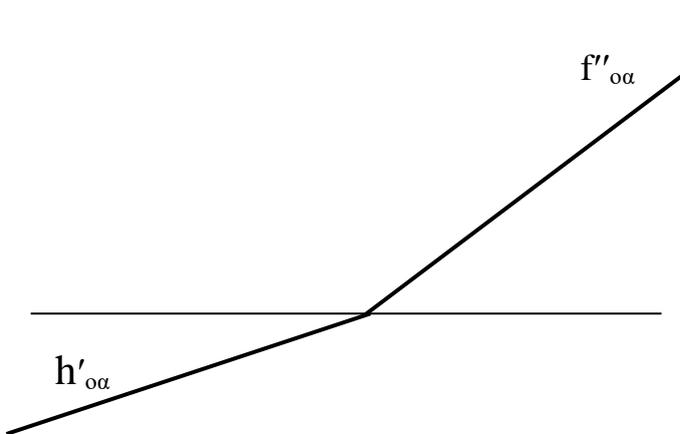


Рис.8.14

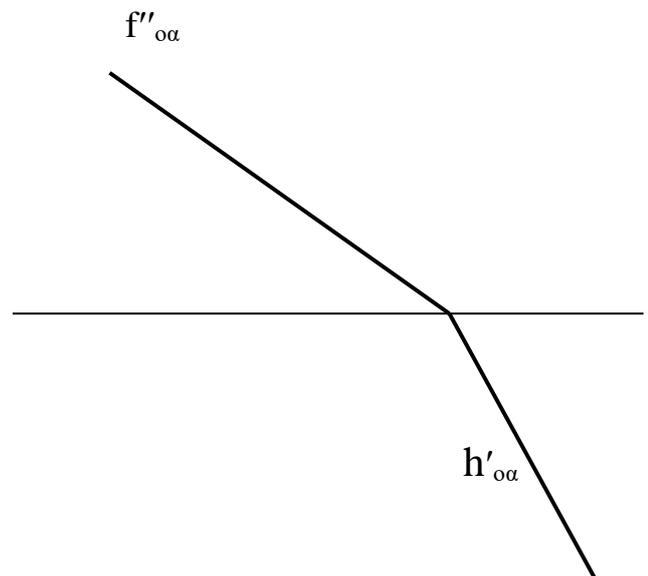


Рис.8.15

## Литература

- 1.Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение [Текст] : учебник для бакалавров / А. А.Чекмарев.– 4-е изд.; испр. и доп. – М. : Юрайт, 2014. – 471с. – (Бакалавр. Базовый курс).
- 2.Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение [Электронный ресурс]:учебник для прикладного бакалавриата /А.А.Чекмарев.–5-е изд.; испр и доп.–М.:Юрайт,2016.–459 с.–(Бакалавр.Прикладной курс).–ЭБС«Юрайт»
- 3.Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение [Текст]:учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим специальностям / А.А. Чекмарев. – 4-е изд.; испр. и доп. - М.: Юрайт, 2013. – 471 с. – (Бакалавр).
- 4.Нартова, Л. Г. Начертательная геометрия.Теория и практика [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки диплом. спец. в области техники и технологии / Л. Г.Нартова, В. И.Якунин. - М. : Дрофа, 2008. – 302 с. : ил. – (Высшее образование).

## Содержание

1. Введение.....	3
2. Занятие №1.....	4
3. Занятие №2.....	6
4. Занятие №3.....	11
5. Занятие №4.....	14
6. Занятие №5.....	18
7. Занятие №6.....	22
8. Занятие №7.....	28
9. Занятие №8.....	32
10.Занятие №9.....	32
11.Литература.....	36

---

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра гуманитарных дисциплин

**Методические указания для практических занятий  
по дисциплине**

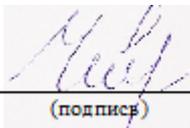
**ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ**

для студентов очной/заочной форм обучения  
по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов  
Уровень: бакалавриат/специалитет

**Рязань 2023**

Методические указания для практических занятий по дисциплине «**Основы российской государственности**» для студентов очной/очно-заочной/заочной форм обучения по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов

Разработчик и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(кафедра)

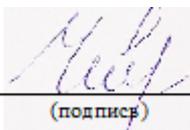


(подпись)

Чивилева И.В. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Методические указания обсуждены на заседании кафедры гуманитарных дисциплин «22» марта 2023 г., протокол № 8

и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин \_\_\_\_\_  
(кафедра)



(подпись)

Чивилева И.В. \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов



(подпись)

О.А. Тетерина  
(Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### **Цели и задачи дисциплины:**

Основной целью преподавания дисциплины «**Основы российской государственности**» является формирование у обучающихся системы знаний, навыков и компетенций, а также ценностей, правил и норм поведения, связанных с осознанием принадлежности к российскому обществу, развитием чувства патриотизма и гражданственности, формированием духовно-нравственного и культурного фундамента развитой и цельной личности, осознанием особенностей исторического пути российского государства, самобытности его политической организации и сопряжение индивидуального достоинства и успеха с общественным прогрессом и политической стабильностью своей Родины.

### **Задачи:**

- представить историю России в её непрерывном цивилизационном измерении, отразить её наиболее значимые особенности, принципы и актуальные ориентиры;
- раскрыть ценностно-поведенческое содержание чувства гражданственности и патриотизма, неотделимого от развитого критического мышления, свободного развития личности и способности независимого суждения об актуальном политикокультурном контексте;
- рассмотреть фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представить их в актуальной и значимой перспективе, воспитывающей в гражданине гордость и сопричастность своей культуре и своему народу;
- представить ключевые смыслы, этические и мировоззренческие доктрины, сложившиеся внутри российской цивилизации и отражающие её многонациональный, многоконфессиональный и солидарный (общинный) характер;
- рассмотреть особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении;
- исследовать наиболее вероятные внешние и внутренние вызовы, стоящие перед лицом российской цивилизации и её государственностью в настоящий момент, обозначить ключевые сценарии её перспективного развития;
- обозначить фундаментальные ценностные принципы (константы) российской цивилизации (единство многообразия, суверенитет (сила и доверие), согласие и сотрудничество, любовь и ответственность, созидание и развитие), а также связанные между собой ценностные ориентиры российского цивилизационного развития (такие как стабильность, миссия, ответственность и справедливость).

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **РАЗДЕЛ 1. Что такое Россия**

#### **Семинар 1. Многообразие России.**

Интеллектуальная игра-викторина на знание ключевых (наиболее знаменательных) фактов о России и особенностях разрастания её исторической территории, тесты и дискуссии об исторических символах России, презентации обучающихся об особенностях своего родного города и региона, ответы на вопросы обучающихся, свободные дискуссии.

#### **Семинар 2. Испытания и победы России.**

Презентации, посвященные различным вызовам, сопровождавшим историческое развитие России, открытиям и достижениям российского общества, отечественной культуры и науки; деловые игры и дебаты, свободные дискуссии, групповые проекты.

#### **Семинар 3. Герои страны, герои народа.**

Презентации студентов о своих выдающихся земляках и родственниках-героях, ответы на вопросы обучающихся, «печа-куча», групповые проекты, работа с кейсами (кейс-стади).

### **РАЗДЕЛ 2. Российское государство-цивилизация.**

#### **Семинар 1. Применимость и альтернативы цивилизационного подхода.**

Иммерсивно-дискуссионное обсуждение ситуаций цивилизационного сдвига (цивилизационного выбора), студенческие дебаты о цивилизационном подходе и границах его применимости в отношении различных [со]обществ, обращение к мультимедийным образовательным порталам. Презентации и групповые проекты по особенностям (преимуществам и недостаткам) различных направлений исследований общества (от формационного подхода до национализма). Обсуждение (в рамках деловых игр и сценарных техник) природно-географического фактора в развитии российской цивилизации (Мечников, Милов), историк институциональных эффектов в рамках социокультурного развития российской цивилизации.

#### **Семинар 2. Российская цивилизация в академическом дискурсе.**

Презентационные проекты о российской цивилизации и её особенностях на разных этапах её исторического развития, ответы на вопросы обучающихся, свободные дискуссии. Обсуждение имеющегося осмысления миссии России, её роли и предназначения в рамках групповых проектов, кейс-стади и анализа литературы.

### **РАЗДЕЛ 3. Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.**

#### **Семинар 1. Ценностные вызовы современной политики.**

Дискуссии, кейс-стади и работа с эмпирическими (социологическими) данными в рамках проблемного обучения, связанного с особенностями современного общественного мнения и общественного сознания. Определение ключевых ценностных вызовов, описание их эффекта на трансформацию общества, власти и государства, представление результатов через квизы, квесты и викторины.

#### **Семинар 2. Концепт мировоззрения в социальных науках.**

Питч-сессии по основным концепциям мировоззрения, проектные презентации о понятиях, смежных с мировоззрением («идентичность», «культура» и пр.). Доклады и дебаты по ключевым концепциям мировоззрения, представленным в программе дисциплины.

### Семинар 3. Системная модель мировоззрения.

Представление ключевых элементов системной модели мировоззрения («человек – семья – общество – государство – страна»). Дебаты об их значении и содержании в современной студенческой среде. Разбор кейсов (кейс-стади). Проектная деятельность. Деловые игры на определение мировоззренческих установок, сценарии мировоззренческого моделирования (погружение в мировоззрение одноклассников/однокурсников).

### Семинар 4. Ценности российской цивилизации.

Доклады и презентации по ключевым ценностным принципам российской цивилизации. Просмотр и обсуждение мультимедийных материалов. Игровая и проектная «развертка» ценностей и ценностных принципов по схеме «символы – идеи – нормы – ритуалы – институты». Открытые дискуссии и студенческие дебаты, просмотр актуальных обучающих и художественных видеоматериалов.

### Семинар 5. Мировоззрение и государство.

Проблемное обсуждение роли структур публичной власти по формированию и поддержанию устойчивости мировоззрения и ценностных принципов. Круглые столы, дебаты, дискуссии и деловые (сценарные) игры. Открытые дискуссии и студенческие дебаты, просмотр актуальных обучающих и художественных видеоматериалов. Обсуждение исторического опыта государственных инициатив в области мировоззрения (уваровская «теория официальной народности», советская государственная идеология и пр.)

## **РАЗДЕЛ 4. Политическое устройство России.**

### Семинар 1. Власть и легитимность в конституционном преломлении.

Прикладные мастерские (воркшопы) с привлечением специалистов-практиков для совершенствования содержания ключевых понятий, связанных с обсуждением политического устройства (к примеру, «государства», «власти» и «легитимности»). Дискуссии и дебаты, представляющие различные подходы к этим понятиям.

### Семинар 2. Уровни и ветви власти.

Деловые игры и проектная деятельность по обсуждению различных вариантов конфигурации уровней и ветвей власти. Дебаты о политическом устройстве Российской Федерации (о прошлых решениях, современных инициативах и потенциально возможных изменениях), деловые игры.

Семинар 3. Планирование будущего: государственные стратегии и гражданское участие. Разбор кейсов (кейс-стади), связанных с приоритетами долгосрочного развития страны, разработкой и реализацией стратегий и программ, особенностями национальных проектов.

## **РАЗДЕЛ 5. Вызовы будущего и развитие страны.**

### Семинар 1. Россия и глобальные вызовы.

Деловые игры по определению вызовов, дискуссии и дебаты о списке глобальных проблем, имеющих приоритетное значение для России. Разбор кейсов, проблемные выступления. Применение метода Дельфи для работы с обучающимися.

### Семинар 2. Внутренние вызовы общественного развития.

Кейс-стади, кейсы и викторины, посвященные внутрироссийским проблемам и вызовам. Деловые игры.

Семинар 3. Образы будущего России.

Групповые проекты по работе с источниками или презентациям различных версий образа будущего России. Деловые игры.

Семинар 4. Ориентиры стратегического развития.

Презентации государственных программ и национальных проектов с точки зрения их соотнесения с ценностными ориентирами. Проектная деятельность и сценарное моделирование.

Семинар 5. Сценарии развития российской цивилизации.

Тематические мастерские по обсуждению каждого из вызовов, деловые игры и техники сценарного моделирования возможных ответов на обозначенные выводы, открытые лекции и дискуссии, студенческие дебаты.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Реализация программы дисциплины предусматривает использование разнообразных форм и методов, обеспечивающих сбалансированную интеграцию лекционного материала, материала для практических занятий и самостоятельной работы студентов. Эти методы основаны на принципах развивающего образования и создания специальной образовательной среды.

Одним из основных видов аудиторной работы обучающихся являются практические занятия. Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. На практических занятиях закрепляются теоретические знания, формируются навыки. Проводимые под руководством преподавателя, практические занятия направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы по дисциплине. Они также позволяют осуществлять контроль преподавателем подготовленности студентов, закрепления изученного материала, развития навыков подготовки сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений.

В основе методики преподавания лежат современные подходы к содержанию и методике преподавания дисциплины, основанные на следующих принципах.

**Профессиональная ориентация обучения.** Весь лекционный и практический материал ориентирован на сферу будущей профессиональной деятельности студента. Это выражается в отборе лексики, видов речевой деятельности и наглядного материала.

**Коммуникативность обучения.** Диалоги и тексты, предлагаемые на практических занятиях слушателям, приближены к реальным ситуациям общения. Используются активные формы проведения занятий: тренинги, элементы деловой игры и др.

**Индивидуализация обучения и самоконтроль.** Для занятий подбирается материал, различный по степени сложности, проводится обучение самостоятельной работе с источниками. Слушатели учатся выявлять тенденции и закономерности. Зачёт проходит в форме индивидуальной беседы преподавателя с учащимися по вопросам, содержащим ряд практических заданий.

**Актуальный характер рассматриваемых учебных материалов.** Предполагается дискуссионный характер обсуждаемых на занятиях тем, а также рассмотрение таких проблем, которые выходят за рамки курса и активно обсуждаются всем обществом.

В результате прохождения курса и самостоятельной работы студент должен приобрести определённые знания, которые проверяются преподавателем во время зачета.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает, выставляя в рабочий журнал текущие оценки, при этом студент имеет право ознакомиться с ними.

#### 4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### 1. Основная литература

1. Аузан А.А., Никишина Е.Н. Социокультурная экономика: как культура влияет на экономику, а экономика — на культуру. М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2021.
2. Голосов Г.В. Сравнительная политология. СПб.: Изд-во Европ. ун-та в Санкт-Петербурге, 2022.
3. Джессоп Б. Государство: прошлое, настоящее, будущее. М.: «Дело», 2019.
4. Марасанова В.М., Багдасарян В.Э., Иерусалимский Ю.Ю., Дмитриев М.В., Дементьева В.В., Любичанковский С.В., Урядова А.В., Федюк В.П. Изучение истории российской государственности: учебные материалы образовательного модуля. Учебнометодическое пособие и УМК для вузов. Ярославль : «Индиго», 2023.
5. Миллер А.И. Нация, или Могущество мифа. СПб.: Изд-во Европ. ун-та в Санкт-Петербурге, 2016.
6. Орлов А.С., Георгиева Н.Г., Георгиев В.А., Сивохина И.А. История России. М.: «Проспект», 2023 г.
7. Патрушев С.В. Институциональная политология: Современный институционализм и политическая трансформация России. М.: ИСП РАН, 2006.
8. Соловьев А.И. Принятие и исполнение государственных решений. М.: Аспект Пресс, 2017
9. Туровский Р.Ф. Политическая регионалистика. М.: ГУ-ВШЭ, 2008
10. Хархордин О.В. Основные понятия российской политики. М.: Новое литературное обозрение, 2011.

##### 2. Дополнительная литература

1. Алексеева Т.А. Современная политическая мысль (XX–XXI вв.): Политическая теория и международные отношения. М., 2019.
2. Браславский Р.Г. Цивилизационная теоретическая перспектива в социологии // Социологические исследования, 2013, № 2, с. 15 -24.
3. Браславский Р.Г. Эволюция концепции цивилизации в социоисторической науке в конце XVIII — начале XX века. Журнал социологии и социальной антропологии, 2022, 25(2): с. 49–79. Документ зарегистрирован № МН-11/1516-ПК от 21.04.2023 Гвоздюк А.А. (Минобр) Страница 46 из 50. Страница создана: 21.04.2023 17:33 45
4. Ледяев В.Г. Социология власти. Теория и опыт эмпирического исследования власти в городских сообществах. М.: ВШЭ, 2012.
5. Малахов В.С. Национализм как политическая идеология. М.: КДУ, 2005.
6. Нерсесянц В.С. История политических и правовых учений. М., 1997.
7. Перевезенцев С. В. Русская история: с древнейших времен до начала XXI века. — М.: Академический проект, 2018.
8. Перевезенцев С.В. Русская религиозно-философская мысль X—XVII вв. (Основные идеи и тенденции развития). М.: «Прометей». 1999.
9. Полосин А.В. Шаг вперед: проблема мировоззрения в современной России // Вестник Московского Университета. Серия 12. Политические науки. 2022. № 3. с.7-23.
10. Российское общество: архитектура цивилизационного развития / Р.Г. Браславский, В.В. Галиндабаева, Н.И. Карбаинов [и др.]. – Москва; Санкт-Петербург : Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской академии наук, 2021
11. Селезнева А.В. Российская молодежь: политико-психологический портрет на фоне эпохи. М.: «Аквилон», 2022.
12. Харичев А.Д., Шутов А.Ю., Полосин А.В., Соколова Е.Н. Восприятие базовых ценностей, факторов и структур социально-исторического развития России (по материалам исследований и апробации) // Журнал политических исследований. – 2022. – Т. 6, № 3. – С. 9-19.

13. Шестопап Е.Б. Они и Мы. Образы и России и мира в сознании российских граждан. М.: «РОССПЭН», 2021.
14. Шестопап Е.Б. Политическая психология. М, 2022.
15. Ширинянц А.А. Русский хранитель. М.: «Русский мир», 2008.
16. Якунин В.И., Бобровская Е.В. Идеология и политика. М.: «Проспект», 2021.
17. Eagleton T. Ideology: An Introduction. London: Verso, 1991.
18. Freeden M. Ideologies and Political Theory: A Conceptual Approach. Oxford: Clarendon Press, 1996.
19. Freeden M. The Morphological Analysis of Ideology // The Oxford Handbook of Political Ideologies / Eds. M. Freeden, L.T. Sargent, M. Stears. Oxford: Oxford University Press, 2013. pp. 115–137.

### 3. Периодические издания

1. Вестник Московского университета : научный журнал / учредитель: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова. – 1946 - . – Москва : МГУ, 2009 - . - 6 номеров в год. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9145> (дата обращения: 10.03.2023). – ISSN 0130-0075. – Текст : электронный.

2. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 - . . – Рязань, 2021. - Ежекварт. – ISSN : 2077 – 2084 – Текст : непосредственный.

### 4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>.
2. ЭБ РГАТУ – Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>.

### 5. Перечень информационных технологий (лицензионное программное обеспечение, свободно распространяемое программное обеспечение, информационно-справочные системы, профессиональные базы данных)

№	Программный продукт
1.	«Сеть КонсультантПлюс»
2.	7-Zip
3.	Adobe Acrobat Reader
4.	Advego Plagiatus
5.	Edubuntu 16
6.	eTXT Антиплагиат
7.	Google Chrome
8.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 150-249 Node 1 year Educational Renewal License
9.	LibreOffice 4.2
10.	Mozilla Firefox
11.	Office 365 для образования E1 (преподавательский)
12.	Opera
13.	Thunderbird
14.	Windows Windows 7 Windows xp Windows 7 Pro
15.	WINE
16.	Альт Образование 9
17.	ВКР ВУЗ

18.	Справочно-правовая система "Гарант"
-----	-------------------------------------

<b>Профессиональные БД</b>	
<a href="https://raexpert.ru/">https://raexpert.ru/</a>	Рейтинговое агенство Эксперт РА
<a href="http://www.mcx.ru/">http://www.mcx.ru/</a>	Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
<a href="http://www.ryazagro.ru/">http://www.ryazagro.ru/</a>	Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области
<a href="http://www.gks.ru/">http://www.gks.ru/</a>	официальный сайт Федеральной службы государственной статистики
<a href="http://expert.ru/">http://expert.ru/</a>	Сайт журнала «Эксперт»
<a href="http://ko.ru/">http://ko.ru/</a>	Деловой еженедельник «Компания»
<a href="http://surveys.org.ua/">http://surveys.org.ua/</a>	Сайт о маркетинговых исследованиях
<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>	Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент»
<a href="http://www.md-marketing.ru/">http://www.md-marketing.ru/</a>	Информационный портал: MD-Marketing.ru
<a href="http://www.nlr.ru">www.nlr.ru</a>	Российская национальная библиотека
<a href="http://www.inion.ru">www.inion.ru</a>	Институт научной информации по общественным наукам
<a href="http://www.nbmgu.ru">www.nbmgu.ru</a>	Научная библиотека МГУ имени М.В.Ломоносова
<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
<a href="http://www.dissercat.com/">http://www.dissercat.com/</a>	Электронная библиотека диссертаций
<a href="http://koob.ru/">http://koob.ru/</a>	Куб — электронная библиотека
<b>Сайты официальных организаций</b>	
<a href="http://www.council.gov.ru/">http://www.council.gov.ru/</a>	официальный сайт Совета Федерации
<a href="http://www.duma.gov.ru/">http://www.duma.gov.ru/</a>	официальный сайт Госдумы РФ
<a href="http://www.rosmintrud.ru/">http://www.rosmintrud.ru/</a>	официальный сайт Министерства труда и социальной защиты РФ
<a href="http://mon.gov.ru/">http://mon.gov.ru/</a>	официальный сайт Министерства образования и науки РФ
<a href="http://ryazangov.ru/">http://ryazangov.ru/</a>	Портал исполнительных органов государственной власти Рязанской области
<b>Информационные справочные системы</b>	
<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	Гарант
<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	КонсультантПлюс

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| 1. а, в                | 14. а2, б2, в1, г1 |
| 2. а, б, в             | 15. а              |
| 3. в, г                | 16. а, б           |
| 4. б, г                | 17. а, б, г        |
| 5. б, г                | 18. в, г, е, з     |
| 6. а, в                | 19. а2, б2, в1, г1 |
| 7. а, г                | 20. б, в           |
| 8. а, б, в, г          | 21. б, в           |
| 9. а, г                | 22. б              |
| 10. 1б, 2г, 3а, 4д, 5в | 23. а, б           |
| 11. г                  | 24. а, в, д, з     |
| 12. а, д               | 25. а, в           |
| 13. а, в, г            |                    |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.  
Костычева

Кафедра «Организация транспортных процессов и  
безопасность жизнедеятельности»

## **Организация пассажирских перевозок**

Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине  
«Пассажирские перевозки» для студентов очной и заочной форм обучения  
по направлению подготовки  
23.03.01 - Технология транспортных процессов  
профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань  
Издательство РГАТУ  
2023

Авторы: К.П. Андреев, А.В. Шемякин

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 - Технология транспортных процессов.

Рецензент доктор технических наук, профессор. И. Е. Агуреев

Методические указания рассмотрены и утверждено на заседании кафедры ОТП и БЖД «22» марта 2023 г., протокол № 8

## **Введение**

Основной целью курсовой работы по организации автоперевозок является привитие студентам устойчивых навыков практического применения теоретических знаний в области планирования и управления пассажирскими перевозками в условиях автотранспортных предприятий (АТП), автопарков ООО и ИП предприятий.

Курсовая работа выполняется для условного предприятия. Исходные данные выдаются руководителем проекта. Примерная форма задания приводится в приложении В.

Все основные задачи в курсовой работе должны решаться с позиций ресурсосбережения, а также охраны труда и природы.

Курсовая работа является частью дипломного проекта студента.

### **1 Указания по оформлению курсовой работы**

#### **1.1 Оформление расчетно-пояснительной записки (РПЗ)**

Текстовый материал курсовой работы оформляется в виде РПЗ объемом 20...30 страниц рукописного текста на стандартной белой бумаге формата А4 (210x297 мм), на одной стороне листа.

Текст не должен выходить за воображаемые поля: с левой стороны - 25 мм; сверху, снизу - 20 мм; справа - 15 мм.

Все листы РПЗ аккуратно сшиваются с обложкой (см. приложение А), записи в ней производятся аккуратно, желательно черной пастой, цифры и буквы должны иметь высоту не менее 2,5 мм. Допускается также выполнение пояснительной записки с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ, при этом следует использовать шрифт 14 размера и одинарный или полуторный межстрочный интервал. Первой страницей считается титульный лист (без номера), оформленный по образцу, представленному в приложении А, чертежным шрифтом, черными чернилами или тушью. Второй страницей РПЗ является задание с соответствующими исходными данными. На последующих страницах излагаются содержание, введение, разделы,

заключение, список литературы, приложения.

Текстовый материал РПЗ оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 15-17 мм (пять ударов печатной машинки). Опiski и графические неточности (опечатки) допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской. Не допускается повреждения листов записки, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста.

Текст пояснительной записки разделяют на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точки не ставятся. Аналогично нумеруются пункты и подпункты.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении записки машинописным способом должно быть равно двум интервалам, при выполнении рукописным способом - 15 мм, при выполнении на компьютере - полуторный интервал. Расстояние между заголовками раздела и подраздела - 2 интервала, при выполнении рукописным способом - 8 мм.

Нумерация страниц записки и приложений, входящих в ее состав, должна быть сквозная.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не

пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой с указанием размерности. Пояснения каждого символа следует 4 давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. Между собой строки разделяют точкой с запятой.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

В одной формуле не разрешается применение машинописных и рукописных символов.

Формулы, за исключением помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например ... в формуле (1.5).

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Его следует помещать над таблицей, оформляя по следующей форме: «Таблица (номер таблицы)- (название таблицы)».

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

На все таблицы записки должны быть приведены ссылки в тексте, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа, сверху и снизу, как правило, ограничивают линиями. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с (обозначения) таблицы.

## 2 Указания по выполнению основных разделов курсовой работы

### 2.1 Введение

Введение начинается с общих задач коммерческой эксплуатации, связанных с обеспечением качества перевозочных процессов. Конкретными цифрами подтверждается роль транспорта в осуществление пассажирских перевозок и значимость затрат в общем объеме на обеспечение транспортного процесса. Затем более легально освещаются общие задачи в области организации автоперевозок, и на этой основе формулируется основная цель курсовой работы, сводящаяся к повышению эффективности системы коммерческой эксплуатации.

#### 1. Технологический раздел.

##### 1.1 Техничко-эксплуатационные показатели Маршрута «.....».

Обслуживать этот маршрут будет автобус:

.....

Технические характеристики автобуса:

.....

##### 1.2. Технологический расчет.

###### 1. Протяженность маршрута ( $L_M$ )

В прямом направлении  $L_M =$  км.

В обратном направлении  $L_M =$  км.

###### 2. Списочное число автобусов

$A_{СП} =$  автобусов

###### 3. Количество рейсов за сутки ( $N_P$ )

$N_P =$  рейс.

###### 4. Суточный пробег автобуса ( $L_{CC}$ )

$L_{CC} = N_P \cdot L_M + I_0$

$I_0$  – нулевой пробег автобуса

$L_{CC} =$  км

###### 5. Пробег с пассажирами (ЛП)

$LП = N_P \cdot L_M$

$LП =$  км

###### 6. Коэффициент использования пробега ( $\beta$ )

$\beta = LП / L_{CC}$ ;

$\beta = 0,97$

###### 7.1. Время движения ( $t_{ДВ}$ )

$t_{ДВ} = t_{ПРИБ} - t_{ОТПР} - t_{ОСТ}$

$t_{ДВ} =$  ч

$t_{ПРИБ}$  – время прибытия

$t_{ОТПР}$  – время отправления

$t_{ОСТ}$  – время остановок

###### 7.2. Время сообщения ( $t_C$ )

$t_C = t_{ПРИБ} - t_{ОТПР}$

$t_C =$  ч

###### 7.3. Время рейса ( $t_{РПР}$ )

$t_{РПР} = t_{ПРИБ\ K2} - t_{ПРИБ\ K1}$

$t_{РПР} =$  ч

###### 8. Скорость сообщения, эксплуатационная скорость, среднетехническая скорость

( $V_T V_C V_{Э}$ )

###### 8.1. Среднетехническая скорость ( $V_T$ )

$V_T = L_M / t_{ДВ}$

$V_T =$  км/ч

###### 8.2. Скорость сообщения ( $V_C$ )

$V_C = L_M / t_C$

$V_C =$  км/ч

###### 8.3. Эксплуатационная скорость ( $V_{Э}$ )

$V_{Э} = L_M / t_{РПР}$

$V_{Э} =$  км/ч

9. Объем перевозок за сутки ( $Q_{\Pi}^{\text{ФАКТ}}$ )

$$Q_{\Pi}^{\text{ФАКТ}} = A_{\text{СП}} \cdot \Pi \cdot N_{\text{Р}}$$

где  $\Pi$ - количество пассажиров перевозимых за рейс

$$Q_{\Pi}^{\text{ФАКТ}} = \text{чел}$$

9. Пассажирооборот за сутки ( $P_{\text{ПКМ}}^{\text{ФАКТ}}$ )

$$P_{\text{ПКМ}}^{\text{ФАКТ}} = A_{\text{СП}} \cdot \Pi \cdot N_{\text{Р}} \cdot L_{\text{М}}$$

$$P_{\text{ПКМ}}^{\text{ФАКТ}} = \text{пкм}$$

10. Средняя дальность поездки одного пассажира ( $I_{\Pi}$ )

$$I_{\Pi} = P_{\text{ПКМ}}^{\text{ФАКТ}} / Q_{\Pi}^{\text{ФАКТ}}$$

Проектируемый  $I_{\Pi} = \text{км}$

11. Коэффициент использования вместимости автобуса ( $\gamma_{\text{ВМ}}$ )

$$\gamma_{\text{ВМ}} = P_{\text{ПКМ}}^{\text{ФАКТ}} / P_{\text{ПКМ}}^{\text{ВОЗМ}}$$

$P_{\text{ПКМ}}^{\text{ВОЗМ}}$  –возможная вместимость автобуса

$$\gamma_{\text{ВМ}} =$$

12. Списочное количество автобусов( $A_{\text{СП}}$ )

$$A_{\text{СП}} = A_{\text{Э}} / \alpha_{\text{В}}$$

$\alpha_{\text{В}}$  – коэффициент выпуска автобусов на линию.

$\alpha_{\text{В}} = 1$  – по данным предприятия.

$A_{\text{Э}}$  – эксплуатационное число автобусов ( $A_{\text{Э}} =$ )

$$A_{\text{СП}} =$$

13. Автомобиле-дни в эксплуатации ( $A_{\text{ДЭ}}$ )

$$A_{\text{ДЭ}} = A_{\text{Э}} \cdot D_{\text{Э}};$$

$D_{\text{Э}}$  - дни в эксплуатации.

$$D_{\text{Э}} = 365 \text{ дн.}$$

$$A_{\text{ДЭ}} = \text{а-дн.}$$

14. Общий пробег за расчетный период ( $L_{\text{ОБЩ}}$ )

$$L_{\text{ОБЩ}} = L_{\text{СС}} \cdot A_{\text{ДЭ}}$$

$$L_{\text{ОБЩ}} = \text{км.}$$

15. Общий пробег с пассажирами за расчетный период ( $L_{\Pi}$ )

$$L_{\Pi} = L_{\Pi} \cdot A_{\text{ДЭ}}$$

$$L_{\text{ОБЩ}} = \text{км.}$$

16. Пассажирооборот за расчетный период ( $P_{\text{ПКМ}}$ )

$$P_{\text{ПКМ}} = L_{\text{ОБЩ}} \cdot \beta \cdot g_{\text{Н}} \cdot \gamma$$

$$g_{\text{Н}} = \text{пасс.};$$

$$P_{\text{ПКМ}} = \text{пкм.}$$

17. Объем перевозок за расчетный период ( $Q_{\Pi}$ )

$$Q_{\Pi} = P_{\text{ПКМ}} / I_{\Pi \text{ СР}}$$

$$Q_{\Pi} = \text{пасс.}$$

18. Автомобиле-часы в эксплуатации ( $A_{\text{ЧЭ}}$ )

$$A_{\text{ЧЭ}} = T_{\text{Н}} \cdot A_{\text{ДЭ}}$$

$$A_{\text{ЧЭ}} = \text{а-ч.}$$

$T_{\text{Н}}$  – время в наряде

19. Количество рейсов за расчетный период ( $N'_{\text{Р}}$ )

$$N'_{\text{Р}} = N_{\text{Р}} \cdot A_{\text{ДЭ}}$$

$$N'_{\text{Р}} = \text{рейсов.}$$

Таблица 1. Техничко – эксплуатационные показатели

Показатели	Буквенное обозн.	Показатели маршрута
Эксплуатационное число автобусов	$A_{\text{Э}}$	
Списочное число автобусов	$A_{\text{СП}}$	
Протяженность маршрута	$L_{\text{М}}$	
Среднетехническая скорость	$V_{\text{Т}}$	
Скорость сообщения	$V_{\text{С}}$	
Эксплуатационная скорость	$V_{\text{Э}}$	
Суточный пробег	$L_{\text{СС}}$	
Пробег с пассажирами за сутки	$L_{\text{П}}$	
Коэффициент использования пробега	$\beta$	
Время в наряде	$T_{\text{Н}}$	
Коэффициент использования вместимости автобуса	$\gamma_{\text{ВМ}}$	
Средняя дальность перевозки пассажира	$L_{\text{ПП}}$	
Автомобиле-дни в эксплуатации	$A_{\text{ДЭ}}$	
Автомобиле-часы в эксплуатации	$A_{\text{ЧЭ}}$	
Общий пробег за расчетный период	$L_{\text{ОБЦ}}$	
Пробег с пассажирами за расчетный период	$L_{\text{ПАСС}}$	
Пассажирооборот за расчетный период	$P_{\text{ПКМ}}^{\text{ФАКТ}}$	
Объем перевозок за расчетный период	$Q_{\text{П}}$	
Количество оборотных рейсов	$N_{\text{Р}}$	

## 2. Экономический раздел

### 2.1. Заработная плата водителей автомобилей

Затраты на перевозки состоят из расходов, сгруппированных по производственному признаку по статьям затрат:

1. заработная плата водителей автомобилей;
2. отчисления в единый социальный налог;
3. автомобильное топливо;
4. смазочные и прочие эксплуатационные материалы;
5. износ и ремонт автомобильных шин;
6. техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт;
7. амортизация подвижного состава;
8. общехозяйственные расходы.

#### 1. Расчет численности водителей (NВОД)

Расчет численности водителей

$$N_{\text{вод}} = \frac{\Sigma T}{\text{ФРВ}}$$

где  $T$  – общие часы работы водителей;

ФРВ – фонд рабочего времени водителей, ч;

$$T = A_{\text{ЧЭ}} + T_{\text{П-ЗВ}} =$$

$A_{\text{ЧЭ}}$  – автомобиле – часы в эксплуатации;

$T_{\text{П-З}}$  – часы подготовительно – заключительного времени;

$$T_{\text{П-З}} = N_{\text{СМ}} \cdot t_{\text{П-З}};$$

$t_{П-3}$  – норма подготовительно-заключительного времени с учетом медицинского осмотра на одну смену, ч;  $t_{П-3} = 0,7$  ч;

$N_{СМ}$  – количество смен;

$T_{П-3} =$  ч;

$ФРВ = [Дк - (Дв + Дс + Доо + Ддо + Дпр + Дб + Дго + Дрз)] \cdot 8 + Двс \cdot 8 - Дппр \cdot 1,$

где  $Дк = 365$  дней - календарные дни;

$Дв = 27$  дней - воскресные дни;

$Дс = 27$  дней, субботные дни;

$Доо = 28$  дней – дни основного отпуска;

$Ддо = 8$  дней – дни дополнительного отпуска;

$Дпр = 5$  дней - праздничные дни;

$Дб = 5$  дней – количество дней неявок по болезни;

$Дго = 2$  дня – дни неявок на работу в связи с выполнением государственных обязанностей;

$Дрз = 3$  дня – дни неявок на работу, разрешенные законом;

$Двс = 6$  дней – субботные, воскресные дни, приходящиеся на дни отпуска;

$Дппр = 2$  дня – предпраздничные дни.

$ФРВ_{РАСЧ} =$  часов.

Дни работы водителей по данному маршруту 12 месяцев

$ФРВ_{РАСЧ} =$  часов

$$N_{ВОД} = \frac{\Sigma T}{ФРВ \cdot v} = \text{вод.}$$

Количество водителей равно .

2. Повременная заработная плата водителей ( $ЗП_{ПОВР}$ )

$ЗП_{ПОВР} = Сч \cdot АЧЭ$

$Сч$  – часовая тарифная ставка водителя, руб.

$ЗП_{ПОВР} =$  руб.

3. Оплата подготовительно-заключительного времени ( $ЗП_{П-3}$ )

$ЗП_{П-3} = Ч_{П-3} \cdot Сч;$

$Ч_{П-3} = N_{СМ} \cdot t_{П-3};$

$Ч_{П-3} =$  час.

$ЗП_{П-3} =$  руб.

4. Надбавка за классность ( $Д_{КЛ}$ )

$Д_{КЛ} = Сч \cdot АЧЭ \cdot П_{КЛ} / 100;$

Процент надбавки за классность  $П_{КЛ} = 25\%$  для водителей 1 класса.

$Д_{КЛ} =$  руб.

5. Доплата за праздничные дни ( $Д_{ПР}$ )

$Д_{ПР} = Сч \cdot Ч_{ПР} \cdot N_{В}$

$Ч_{ПР}$  – часы, отработанные в праздничные дни;

$Ч_{ПР} = T_{Н} \cdot Д_{ПР}; Ч_{ПР} =$  час.

$Д_{ПР} =$  руб.

6. Премия, носящая регулярный характер ( $П$ )

$П = ЗП_{ПОВР} \cdot П_{Р} / 100$

$П_{Р}$  -процент премии;  $П_{Р} = 55\%$ ;

$П =$  руб.

7. Основная заработная плата водителей ( $ЗП_{ОСН}$ )

$ЗП_{ОСН} = ЗП_{ПОВР} + ЗП_{П-3} + Д_{КЛ} + Д_{ПР} + П;$

$ЗП_{ОСН} =$  руб.

8. Фонд заработной платы (ФОТ)

$ФОТ = ЗП_{ОСН}$

$ФОТ =$  руб.

10. Заработная плата водителя за месяц ( $ЗП_{ВОД}$ )

$$ЗП_{ВОД} = \frac{ФОТ}{N_{В} \cdot N_{МЕС}}$$

$N_{В} =$  водителя

$N_{МЕС} = 12$  месяцев

11. Отчисления в единый социальный налог ( $О_{ЕСН}$ )

$О_{ЕСН} = ФОТ \cdot П_{ЕСН} / 100;$

$P_{\text{ЕСН}} = 26\%$  - процент единого социального налога;

$O_{\text{ЕСН}} =$  руб.

## 2.2. Автомобильное топливо

1 Расход топлива на эксплуатацию ( $T_{\text{Э}}$ )

$$T_{\text{Э}} = N_{100\text{км}} \cdot L_{\text{ОБЩ}} / 100$$

$N_{100\text{км}}$  – линейная норма расхода на 100 км пробега, л;  $N_{100\text{км}} =$

$T_{\text{Э}} =$  л.

2 Затраты на топливо ( $Z_{\text{Т}}$ )

$$Z_{\text{Т}} = T_{\text{Э}} \cdot C_{1\text{л}};$$

$C_{1\text{л}} =$  руб. – стоимость одного литра бензина марки АИ 95;

$Z_{\text{Т}} =$  руб.

## 2.3. Затраты на смазочные и прочие эксплуатационные материалы ( $Z_{\text{СМ}}$ )

$$Z_{\text{СМ}} = Z_{\text{Т}} \cdot P_{\text{СМ}} / 100$$

$P_{\text{СМ}} = 10\%$  - для дизельных двигателей

$Z_{\text{СМ}} =$  руб.

## 2.4. Затраты на автомобильные шины ( $N_{\text{Ш}}$ )

1. Потребное количество шин

$$N_{\text{Ш}} = L_{\text{ОБЩ}} \cdot n_{\text{К}} / L_{1\text{Ш}}^{\text{Н}};$$

$L_{1\text{Ш}}^{\text{Н}}$  – нормативный пробег одной шины, км;

$L_{1\text{Ш}}^{\text{Н}} = 70\,000$  км.

$N_{\text{Ш}} =$  ед.

2. Затраты на автошины ( $Z_{\text{Ш}}$ )

$$Z_{\text{Ш}} = C_{1\text{Ш}} \cdot N_{\text{Ш}},$$

где  $C_{1\text{Ш}}$  – договорная цена одной шины

$C_{1\text{Ш}} = 5000$  руб.

$Z_{\text{Ш}} =$  руб.

## 2.5. Техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт ( $T_{\text{ТО,ТР}}$ )

$$T_{\text{ТО,ТР}} = L_{\text{ОБЩ}} \cdot N_{\text{ТО,ТР}} / 1000,$$

$N_{\text{ТО,ТР}}$  – норма затрат на ТО и ремонт на 1000 км. пробега

$N_{\text{ТО,ТР}} = 1000$  руб.

$T_{\text{ТО,ТР}} =$  руб.

## 2.6. Амортизация подвижного состава ( $A_{\text{М}}$ )

$$A_{\text{М}} = \frac{L_{\text{ОБЩ}} \cdot C_{1\text{АВТ}} \cdot N_{\text{АМ}}}{1000 \cdot 100}$$

$N_{\text{АМ}} = 0,17\%$  - норма амортизации;

$C_{1\text{АВТ}} =$  руб – стоимость одного автобуса;

$L_{\text{ОБЩ}}$  – общий пробег, км. **2.7. Общехозяйственные расходы ( $Z_{\text{ОБЩЕХ}}$ )**

$$Z_{\text{ОБЩЕХ}} = A_{\text{СС}} \cdot C_{1\text{АВТ}}^{\text{ГОД}}$$

$C_{1\text{АВТ}}^{\text{ГОД}} = 10000$  руб. – общехозяйственные расходы, приходящиеся на один списочный автомобиль

$Z_{\text{ОБЩЕХ}} =$  руб.

Автобус по данному маршруту эксплуатируется 12 месяцев.

## 2.8. Общие затраты ( $Z_{\text{ОБЩ}}$ )

$$Z_{\text{ОБЩ}} = \text{ФОТ} + O_{\text{ЕСН}} + Z_{\text{Т}} + Z_{\text{СМ}} + Z_{\text{Ш}} + Z_{\text{ТО,ТР}} + A_{\text{М}} + Z_{\text{ОБЩЕХ}}$$

$Z_{\text{ОБЩ}} =$  руб.

## 2.9. Себестоимость перевозок

$$S_{1\text{ПКМ}} = Z_{\text{ОБЩ}} / P_{\text{ПКМ}}$$

$S_{1\text{ПКМ}} =$

## 2.10. Доход от перевозок ( $D_{\text{ОХ}}$ )

$$D_{\text{ОХ}} = T_{1\text{ПКМ}} \cdot P_{\text{ПКМ}}$$

Где  $T_{1\text{ПКМ}}$  – тариф пкм, руб.

$D_{\text{ОХ}} =$  руб

## 2.11. Прибыль от перевозок ( $\Pi$ )

$$\Pi = D - Z_{\text{ОБЩ}}$$

$\Pi =$  руб

## 2.12. Рентабельность перевозок

$$R = \frac{\Pi}{Z_{\text{ОБЩ}}} \cdot 100\%$$

## 5.13. Срок окупаемости

$$C_{\text{ОКУП}} = C_{1\text{АВТ}} / \Pi$$

$C_{\text{ОКУП}} =$  года

Таблица 2. Экономические показатели

Показатели	Буквенное обозн.	Показатели маршрута
Зарботная плата водителя	ЗП <sub>вод</sub>	
Затраты на перевозки	З <sub>общ</sub>	
Доход от перевозок	Д <sub>ох</sub>	
Прибыль от перевозок	П	
Себестоимость 1 пкм	S <sub>пкм</sub>	
Тариф 1 пкм	T <sub>пкм</sub>	
Рентабельность перевозок	R	
Срок окупаемости	Сокуп	

#### Заключение

#### Рекомендуемая литература:

1. Гудков В.А. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки: учебник / авт. В. А. Гудков [и др.]. - М.: Горячая линия - Телеком, 2017. - 448 с.
2. Андреев К.П. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2016
3. Андреев К.П. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2016
4. Техническая эксплуатация автомобилей. Под ред. Кузнецова Е.С. М. Транспорт, 2018.
5. Спирин, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учебник - М. : Академия, 2016. - 400 с.
6. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки : учебник для вузов / Л. Л. Афанасьев, А. И. Воркут, Л. Б. Миротин и др.; Под ред. Н. Б. Островского. - М. : Транспорт, 2015. - 220 с. Ключин Ю.Ф.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### Введение

1. Указания по оформлению курсовой работы
  - 1.1. Оформление расчетно - пояснительной записки (РПЗ)
2. Указания по выполнению основных разделов курсовой работы
  - 2.1. Введение

### 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Техничко-эксплуатационные показатели Маршрута

1.2. Технологический расчет.

### 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Расчёт заработной платы водителей автомобилей

2.2. Расчёт затрат на топливо

2.3. Расчёт затрат на смазочные и прочие эксплуатационные материалы

2.4. Расчёт затрат на автомобильные шины

2.5. Расчёт затрат на техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт

2.6. Расчёт амортизации подвижного состава

2.7. Расчёт общехозяйственных расходов

2.8. Расчёт общих затрат

2.9. Расчёт себестоимости перевозок

2.10. Расчёт дохода от перевозок

2.11. Расчёт прибыли от перевозок

2.12. Расчёт рентабельности перевозок

2.13. Расчёт срока окупаемости

### Заключение

### Список литературы

### Приложение

Приложение Б.

Образец титульного листа  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.  
Костычева

Кафедра «Организация транспортных процессов,  
безопасность жизнедеятельности»

Курсовая работа «Организация пассажирских перевозок»

РЯЗАНЬ 2023

Приложение В

Форма задания на курсовую работу  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Рязанский государственный агротехнологический университет имени  
П.А. Костычева

Кафедра «Организация транспортных процессов,  
безопасность жизнедеятельности и физического воспитания»

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение курсовой работы  
по дисциплине «Пассажирские перевозки»

Студент \_\_\_\_\_  
Тема работы \_\_\_\_\_  
Дата выдачи \_\_\_\_\_  
Срок окончания работы \_\_\_\_\_  
Руководитель работы \_\_\_\_\_

Подпись

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Выполнил: студент гр.

Руководитель:

РЯЗАНЬ 2023

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра «Организация транспортных процессов и  
безопасность жизнедеятельности»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению практических работ

по дисциплине «Основы безопасности управления автомобилем»

направление подготовки:

23.03.01 Технология транспортных процессов

Направленность (профиль): Организация перевозок на автомобильном транс-  
порте

Квалификация выпускника бакалавр

Рязань, 2023

Составитель:

Терентьев В.В., доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Рецензент:

д.т.н., профессор кафедры АТТ и Т Тришкин И.Б.

Рассмотрены на заседании кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» протокол № 8 от 22 марта 2023 г.

Зав. кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»  
( кафедра)

  
(подпись)

Терентьев В.В.  
(Ф.И.О.)

## **Практическая работа № 1**

### **Исследование динамических габаритов ширины автомобиля на криволинейных участках дороги и их влияние на без- опасные условия движения**

#### **Задание**

1. Ознакомиться и изучить влияние динамических габаритов по ширине транспортных средств на криволинейных участках дороги на безопасность дорожного движения.
2. Изучить методику определения ДГШ для различных типов транспортных средств.
3. Рассчитать и исследовать динамические габариты по ширине различных типов транспортных средств на криволинейных участках дороги.

#### **Методика выполнения работы**

1. Безопасность движения транспортных средств (ТС) на дорогах, построенных в соответствии со СНиП 2.05.02-85 “Автомобильные дороги - проектирование” и СНиП 3.06.03-85 “Автомобильные дороги - строительство и реконструкция”, должна обеспечиваться едиными габаритными размерами и весовыми параметрами транспортных средств, предусмотренными ГОСТ 9314-89.
2. При движении ТС подвергается действию различных случайных возмущений: ударов колес на неровностях, поперечного уклона дороги, центробежным силам, ветру. В результате этих воздействий ТС движется не строго прямолинейно, а по кривым большого радиуса. Эти отклонения возрастают с увеличением длины ТС, скорости его движения и уменьшением радиуса поворота.

Важное значение для безопасности встречного разъезда транспортных средств, особенно на закруглениях и поворотах имеет динамический габарит по ширине (ДГШ).

ДГШ – полоса движения по ширине, очерченная крайними точками левой и правой сторон ТС.

Увеличенная по ширине полоса движения, занимаемая ТС на проездах с малыми радиусами, ухудшает условия движения для остальных транспортных средств и ведет к созданию аварийных ситуаций при относительно малой ширине полосы движения существующей сети дорог.

Однако уширение дорог не целесообразно, так как их строительство обходится довольно дорого. Поэтому для повышения безопасности движения в существующих условиях необходимо применять также сочетания конструктивных и эксплуатационных параметров ТС, дорог, организации движения, которые отвечали бы требованиям безопасности движения.

Увеличение ДГШ при криволинейном движении объясняется качением колес по различным радиусам и для одиночного ТС может быть определен по формуле:

$$\text{ДГШ} = R_H - R_{CP}; \quad (1.1)$$

$$R_H = \frac{L + L_1}{\sin \alpha_{\Pi}}, \quad (1.2)$$

где  $L$  – база автомобиля, м;

$L_1$  – свес передних колес, м;

$\alpha_{\Pi}$  – принимаемый угол поворота колес, соответствующий углу поворота внешнего колеса,  $\alpha_{\Pi} = 30^\circ \dots 40^\circ$ .

$$R_{CP} = \sqrt{R_H^2 - (L + L_1)^2} - B, \quad (1.3)$$

где  $B$  – ширина транспортного средства.

Параметры  $L$ ,  $L_1$ ,  $B$  транспортных средств даны в приложении № 1.

ДГШ автопоезда с полуприцепом, база которого значительно превышает базу тягача, рассчитывают с достаточной для практики точностью как для оди-

ночного ТС при условии, что поворот колес не превышает 15...20°. При больших углах поворота у таких поездов смещение происходит относительно двух центров поворота и метод расчета для одиночного ТС не пригоден. Расчет ведется в соответствии с рисунком 1 по формулам:

$$\text{ДГШ} = R_H - R_{\min}; \quad (1.4)$$

$$R_{\min} = \sqrt{\left(R_{CP} + \frac{B}{2}\right)^2 - L_{\Pi}^2} - B, \quad (1.5)$$

где  $L_{\Pi}$  – база прицепа, м.

Для автопоезда с прицепом или несколькими прицепами ДГШ рассчитывается по формуле:

$$\text{ДГШ} \approx \sqrt{\left(R_0 + \frac{B}{2}\right)^2 + (L + L_1)^2} + \frac{B}{2} C_{\Pi} - R_0, \quad (1.6)$$

где  $R_0$  – радиус траектории середины заднего моста тягача.

$$R_0 = \sqrt{R_C^2 - L^2} - B, \quad (1.7)$$

$$R_C = \frac{L}{\sin \alpha_C}$$

где  $\alpha_C \approx 30...40^\circ$ ;

$C_{\Pi}$  – сдвиг заднего моста прицепа относительно моста тягача, м.

$C_{\Pi} = 0,7...1,0$  м – для первого прицепа;

$C_{\Pi} = 1,4...2,0$  м – для второго прицепа.

## Краткая техническая характеристика автомобилей

Марка (модель) автомобиля, прицепа	Ширина ( $B$ ), мм	База автомобиля ( $L$ ), мм	Передний вылет ( $L_1$ ), м
1. КаМАЗ-5320	2500	3190	1235
2. КаМАЗ-53202	2500	3690	1235
3. КаМАЗ-5510	2500	2840	1235
4. МАЗ-504	2500	3200	1230
5. КрАЗ-258	2638	4780	1295
6. Урал-377С	2500	4200	1350
7. ЗИЛ-130 В1	2360	3300	980
8. ЗИЛ-ММЗ-555	2415	3300	1085
9. УАЗ-451 Д	2044	2300	1080
10. ЗИЛ-130	2500	3800	1437
11. ГАЗ-66	2342	3300	1125
12. ГАЗ-53 А	2380	3700	1350
13. УАЗ-452 Д	2044	2300	1080
14. ЗИЛ-433360	2500	3800	1153
15. ЗИЛ-5301 БО	2210	3650	850
16. ЗИЛ-5301 ПО	2180	3650	850

**Практическая работа № 2**  
**Служебное расследование**  
**дорожно-транспортных происшествий**

**Задание**

1. Изучить материалы дорожно-транспортных происшествий.
2. Провести служебное расследование ДТП с анализом происшествия и составить акт служебного расследования.
3. Дать комплексную оценку последствий ДТП.

**Методика выполнения работы**

1. Изобразить фактическую схему дорожно-транспортного происшествия и возможную схему дорожно-транспортной ситуации до дорожно-транспортного происшествия. Фактическая схема (рисунок 1) дорожно-транспортного происшествия изображается по заданию преподавателя с дополнительными параметрами и информацией ДТП (таблица 1).

2. При служебном расследовании должны быть выявлены обстоятельства, предшествующие происшествию; причины происшествия; последствия происшествия; лица, деятельность которых связана с возникновением происшествия и конкретная вина каждого из них; недостатки в работе автотранспортного предприятия, способствующие возникновению дорожно-транспортных происшествий.

Служебное расследование должно проводиться в срок до 5 суток во взаимодействии с органами дознания, следствия и организациями, несущими ответственность за состояние дороги, а в случае ранения и гибели работников предприятия с привлечением представителя профсоюзного комитета собирается информация и данные служебного расследования ДТП.

Выводы служебного расследования в отношении виновности водителя носят предварительный характер. Данные материалы служебного расследова-

ния могут быть использованы в практической работе студента “Планирование, учет и отчетность по безопасности дорожного движения”.

3. По результатам собранной информации составляется акт служебного расследования, который подписывается членами комиссии служебного расследования и утверждается руководителем автопредприятия.

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель предприятия

\_\_\_\_\_ (фамилия, подпись)  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

#### Акт служебного расследования ДТП

1. Состав комиссии, проводившей расследование \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Каким приказом назначены расследование и комиссия \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(приказ №, дата, кем подписан)

Подробные данные о ДТП:

3. Дата, время и место происшествия \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Модель и номерной знак транспортного средства \_\_\_\_\_

5. Кто управлял транспортным средством \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество, категорийность, класс)

(стаж работы)

6. На каком часу работы водителя произошло происшествие, состояние водителя \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Вид и краткое описание происшествия \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Погода, условия видимости \_\_\_\_\_

9. Дорожные условия \_\_\_\_\_

10. Причины происшествия \_\_\_\_\_

11. Обстоятельства происшествия \_\_\_\_\_

12. Схема дорожно-транспортной ситуации при ДТП № \_\_\_\_\_

13. Последствия происшествия:

а) погибло и умерло от ранений (человек) \_\_\_\_\_

в том числе:

водитель \_\_\_\_\_

пассажиры \_\_\_\_\_

пешеходы \_\_\_\_\_

б) получили тяжелые повреждения (человек) \_\_\_\_\_

в том числе:

водитель \_\_\_\_\_

пассажиры \_\_\_\_\_

пешеходы \_\_\_\_\_

Примечание. При необходимости указываются фамилия, имя, отчество, место работы, возраст и т.п., число детей на иждивении.

в) техническое состояние транспортного средства и материальный ущерб от его повреждения \_\_\_\_\_

г) прочий ущерб (утрата груза и т.п.) \_\_\_\_\_

14. Кто из работников предприятия выезжал на место происшествия \_\_\_\_\_

15. Профилактические меры, принятые по данному происшествию \_\_\_\_\_

---

---

16. Непосредственные причины и сопутствующие факторы, способствующие возникновению ДТП \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

17. Данные о прохождении обучения \_\_\_\_\_

---

---

(какое обучение проходил, дата и год)

18. Прохождение инструктажей \_\_\_\_\_

---

---

(вид инструктажа, когда проходил, дата)

19. Проверка правил дорожного движения \_\_\_\_\_

---

---

(дата и год прохождения)

20. Нарушения установленного режима труда водителя, выполнения правил и режима перевозки грузов в автотранспортном предприятии в соответствии действующих инструкций и приказов \_\_\_\_\_

---

---

21. Результаты проверки выполнения плановых и заявочного технического обслуживания и контроля технического состояния при выпуске на линию автотранспорта и соответствие их технической неисправности автотранспорта, обнаруженной при ДТП.

22. Выводы комиссии (причины, повлекшие ДТП; нарушение правил дорожного движения водителем и работниками автопредприятия, нарушение нормативных документов, инструкций, приказов со стороны службы эксплуатации и технической службы с указанием конкретных лиц)

Определение коэффициента сцепления (  $\varphi_L$  )

Дорога	Поверхность	
	сухая	мокрая
1. С асфальтобетонным или цементно-бетонным покрытием	0,7 - 0,8	0,35 - 0,45
	0,6 - 0,7	0,3 - 0,4
	0,5 - 0,6	0,2 - 0,4
2. С щебеночным покрытием		
3. Грунтовая		
4. Обледенелая	0,1 - 0,2	
5. Покрытая снегом	0,2 - 0,3	

Определение времени, характеризующего увеличение замедления от нуля до максимального значения (  $t_y$  )

Наименование автотранспорта	$t_y$ , с
1. Легковые автомобили	0,05 - 0,2
2. Грузовые автомобили и автобусы с гидравлическим приводом тормозов	0,05 - 0,4
3. Грузовые автомобили с пневматическим приводом тормозов грузоподъемностью до 4500 кг	0,15 - 1,2
4. Грузовые автомобили с пневматическим приводом тормозов грузоподъемностью свыше 4500 кг	0,2 - 1,5
5. Автобусы с пневматическим приводом тормозов	0,2 - 1,3

**Практическая работа № 3**  
**Автотехническая экспертиза**  
**дорожно-транспортных происшествий**

**Задание**

1. Изучить материалы дорожно-транспортных происшествий.
2. Провести автотехническую экспертизу ДТП с теоретическим исследованием процесса наезда.
3. Дать комплексную оценку последствий ДТП.

**Методика выполнения работы**

Дорожно-транспортная экспертиза дает научно-техническую характеристику всех фаз ДТП, устанавливает причины его возникновения и выясняет поведение отдельных участников.

Исходными данными для проведения экспертизы служат результаты осмотра места происшествия и автомобилей, а также результаты опроса участников и очевидцев происшествия. Путем осмотра зоны происшествия определяют тип и состояние покрытия (по заданию преподавателя). Студент выясняет технические причины ДТП, определяет скорости движения транспортных средств, величины тормозного и остановочного путей и другое, опираясь на исходные данные. Исходными данными для проведения экспертизы служат результаты осмотра места происшествия и автомобилей, а также результаты опроса участников и очевидцев происшествия. По заданию преподавателя определяют коэффициент сцепления покрытия ( $\varphi_{л}$ ) по таблицам (приложение 1), задаются коэффициентом эффективности торможения ( $K_{э}$ ), который учитывает степень использования теоретически возможной эффективности тормозной системы. В среднем коэффициент  $K_{э} = 1,1 - 1,2$  для легковых автомобилей,  $K_{э} = 1,4 - 1,6$  для грузовых автомобилей и автобусов. На основе этих данных определяют примерное максимальное замедление автомобиля ( $j$

$j_{3 MAX}$  ) от начала полного скольжения шин (т.е. начало тормозного пути) по формуле

$$j_{3 MAX} = \varphi_{Л} \frac{g}{K_{Э}}, \quad (3.1)$$

где  $\varphi_{Л}$  – коэффициент сцепления;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $K_{Э}$  – коэффициент эффективности торможения.

Рассмотрим в качестве примера ДТП, результатом которого был наезд автомобиля на пешехода (рисунок 1).

А – автомобиль; П – пешеход; I<sub>А</sub>, II<sub>А</sub>, III<sub>А</sub>, IV<sub>А</sub> – положение автомобиля; I<sub>П</sub>, II<sub>П</sub> – положение пешехода; l – длина следа юза (S<sub>Ю</sub>)

Рисунок 1 – Положение автомобиля и пешехода во время ДТП

Автомобиль А движется на расстоянии S<sub>Л</sub> от тротуара, на краю которого находился пешеход П. Когда между автомобилем и пешеходом было расстояние S, пешеход начал движение по проезжей части перпендикулярно направлению движения автомобиля. На рисунке 1 положение автомобиля и пешехода, соответствующее этому моменту, отмечено цифрами I<sub>А</sub>. Водитель затормозил, однако избежать наезда не смог. Автомобиль, ударив пешехода (положе-

ние III<sub>A</sub>), переместился еще на некоторое расстояние (S<sub>H</sub>) и остановился (положение IV<sub>A</sub>). Место наезда отмечено крестом.

Примерная последовательность расчетов при экспертизе ДТП такова. По схеме происшествия определяют перемещение автомобиля S<sub>H</sub> после наезда в заторможенном состоянии и вычисляют скорость автомобиля в момент наезда на пешехода:

$$V_H = \sqrt{2 S_H \cdot j_{3 \text{ MAX}}} \quad , \quad (3.2)$$

где S<sub>H</sub> – перемещение автомобиля после наезда, м;

j<sub>3 MAX</sub> – максимальное замедление после начала полного скольжения шин, м/с<sup>2</sup>.

Затем определяют скорость автомобиля перед началом торможения по формуле:

$$V = 0,5 \cdot t_Y \cdot j_{3 \text{ MAX}} + \sqrt{2 S_{Ю} \cdot j_{3 \text{ MAX}}} \quad , \quad (3.3)$$

где t<sub>Y</sub> – время, характеризующее увеличение замедления от нуля до максимального значения, сек;

S<sub>Ю</sub> – длина следа юза шин на покрытии дороги, м.

Время (t<sub>Y</sub>), характеризующее увеличение замедления автомобиля на соответствующем покрытии дороги, определяется из приложения 2.

Остановочный путь (S<sub>О</sub>) определяется по формуле:

$$S_O = V \left( t_P + t_{PP} + \frac{t_Y}{2} \right) + \frac{V^2}{2 j_{3 \text{ MAX}}} = V \left( t_P + t_{PP} + \frac{t_Y}{2} \right) + \frac{V^2 \cdot K_{\text{Э}}}{2 \varphi_{\text{Л}} \cdot g} \quad , \quad (3.4)$$

где t<sub>P</sub> – время реакции водителя (t<sub>P</sub> = 0,5 - 0,8 с);

t<sub>PP</sub> – время срабатывания тормозного привода (t<sub>PP</sub> = 0,1 - 0,3 с).

Время движения автомобиля до наезда (t<sub>H</sub>) определяют по формуле:

$$t_H = t_P + t_{PP} + 0,5 t_Y + \frac{V - V_H}{j_{3 \text{ MAX}}} = t_{\text{СУМ}} + \frac{V - V_H}{j_{3 \text{ MAX}}} \quad (3.5)$$

При экспертных расчетах скорость движения пешехода обычно считают постоянной ( $V_{\Pi} = const$ ), а шириной полосы его движения пренебрегают. При этих допущениях время движения пешехода по проезжей части определяется выражением:

$$t_{\Pi} = \frac{S_{\Pi}}{V_{\Pi}}, \quad (3.6)$$

где  $S_{\Pi}$  – путь, пройденный пешеходом от тротуара до места наезда, м;

$V_{\Pi}$  – скорость движения пешехода, м/с.

Условия своевременности торможения автомобиля можно записать следующим образом:

$$t_H \geq t_{\Pi} \quad (3.7)$$

Если это условие не выполнено и время  $t_H$  меньше времени  $t_{\Pi}$ , то водитель действовал с запозданием и автомобиль успел переместиться из положения  $I_A$  в положение  $II_A$  (рисунок 1). Чтобы установить, мог ли водитель избежать наезда на пешехода, если бы не допустил этого запаздывания, а действовал своевременно, расчеты продолжают, определяя промежуток времени, просроченный водителем

$$t_{\text{зап}} = t_{\Pi} - t_H \quad (3.8)$$

За этот промежуток времени автомобиль, двигаясь с начальной скоростью  $V$ , перемещается на расстояние

$$S_{\text{зап}} = V \cdot t_{\text{зап}} \quad (3.9)$$

Согласно рисунку 1 расстояние  $S$  между передней частью автомобиля и пешеходом в момент начала движения последнего по проезжей части равно

$$S = S_0 + S_{\text{зап}} - S_H - l, \quad (3.10)$$

где  $l$  – расстояние от места удара до передней части автомобиля, м.

Если в результате расчетов получится, что расстояние  $S$  больше остановочного пути  $S_0$ , то водитель мог, применив экстренное торможение, остановить автомобиль до линии следования пешехода. При  $S \leq S_0$  водитель не имел возможности предотвратить наезд путем торможения, т.к. пешеход начал

движение на слишком малом расстоянии перед автомобилем или двигался с большой скоростью. Проведение дорожно-транспортной экспертизы при наезде на неподвижное препятствие или столкновение с автомобилем аналогично разобранному выше.

Исходные данные (по заданию преподавателя) и результаты проведенной студентом дорожно-транспортной экспертизы заносятся в таблицу 2.

По полученной информации и расчетным данным о ДТП эксперт-автотехник делает заключение (произвольная форма). В данной работе студенту предлагается заключение автотехнической экспертизы сделать самостоятельно. Форма письменного заключения состоит из трех частей: вводной части; исследовательской и выводов.

В вводной части указывают наименование экспертизы, наименование органа, назначившего экспертизу. Сообщают сведения об эксперте, даты поступления материалов на экспертизу, перечисляют обстоятельства дела, имеющие значение для дачи заключения. Приводят исходные данные, перечисляют используемые справочно-нормативные документы. В конце вводной части приводят вопросы, поставленные на разрешение.

В исследовательской части заключения описывают процесс исследования и его результаты, а также научное объяснение установленных фактов. Приводят результаты следственных действий, имеющих значение для выводов.

Выводы излагают в виде ответов на поставленные вопросы в той последовательности, в которой вопросы приведены в вводной части. На каждый из поставленных вопросов должен быть дан ответ по существу.

Приложение 1

Определение коэффициента сцепления (  $\varphi_{л}$  )

Дорога	Поверхность	
	сухая	мокрая
6. С асфальтобетонным или цементно-бетонным покрытием	0,7 - 0,8	0,35 - 0,45
	0,6 - 0,7	0,3 - 0,4
7. С щебеночным покрытием	0,5 - 0,6	0,2 - 0,4
8. Грунтовая		
9. Обледенелая	0,1 - 0,2	
10. Покрытая снегом	0,2 - 0,3	

Приложение 2

Определение времени, характеризующего увеличение замедления от нуля до максимального значения (  $t_{y}$  )

Наименование автотранспорта	$t_{y}$ , с
6. Легковые автомобили	0,05 - 0,2
7. Грузовые автомобили и автобусы с гидравлическим приводом тормозов	0,05 - 0,4
8. Грузовые автомобили с пневматическим приводом тормозов грузоподъемностью до 4500 кг	0,15 - 1,2
9. Грузовые автомобили с пневматическим приводом тормозов грузоподъемностью свыше 4500 кг	0,2 - 1,5
10. Автобусы с пневматическим приводом тормозов	0,2 - 1,3

**Практическая работа № 4**  
**Спасательные и аварийно-восстановительные работы**  
**при дорожно-транспортных происшествиях**

**Задание**

1. Научиться оказывать первую доврачебную помощь с использованием медицинских (аптечка) и других средств.
2. Ознакомиться и изучить порядок сообщения о ДТП и проведения спасательных работ с использованием технических средств.
3. Ознакомиться с порядком ликвидации последствий ДТП.
4. Ознакомиться и изучить порядок организации аварийно-восстановительных работ на проезжей части.

**Общие сведения и методика выполнения работы**

Одной из основных проблем современности стало обеспечение безопасности движения транспортных средств на дорогах. Особенность ДТП состоит в том, чтобы в первый час совершенной аварии нужно оперативно провести спасательные работы, оказать первую доврачебную помощь пострадавшим. Это обусловлено тем, что кровопотеря у человека в течение первого часа бывает столь велика и сильна, что даже блестяще проведенная спасательно-техническая операция оказывается бесполезной.

Для организации дальнейшего безопасного движения транспортных средств на дорогах проводятся мероприятия по ликвидации последствий ДТП и аварийно-восстановительные работы.

В связи с этим требуется:

1. Провести спасательные работы с применением технических средств и оказанием первой доврачебной помощи с применением набора медицинских

средств. При этом учитывается характер повреждения транспортных средств и полученных травм пострадавшими при ДТП.

Первая медицинская помощь оказывается на месте происшествия, а ее вид определяется характером повреждений, состоянием пострадавшего и конкретной обстановкой в зоне аварии.

Описание проводимых операций и набор технических средств (Приложение 1), а также характер травм, полученных пострадавшими, применение медицинских средств (Приложение 2) и оказанная помощь отражаются в отчете о работе (таблица 4.1).

2. Организовать порядок сообщения о ДТП с необходимыми данными (отразить в отчете о работе, таблица 4.2).

3. Организовать порядок ликвидации последствий ДТП, используя при этом технические средства (грузоподъемные, транспорт и др.).

Результаты отражаются в отчете о работе, таблица 4.3.

4. Организовать аварийно-восстановительные работы на проезжей части, используя при этом исходные данные и технические средства (Приложение 3). Для этих целей разрабатываются специальные меры безопасности: проверяется возможность пропуска транспортных потоков; намечаются возможные объездные маршруты; разрабатывается система оповещения и информации участников движения об объездном маршруте. Для более оперативной работы по восстановлению дорожных покрытий, отдельных элементов обустройства и сооружений на дороге (знаки ограждения и т.д.) проводят обследование аварийного участка.

Результаты обследования участка дороги (по заданию преподавателя), а также применяемые материалы и технические средства отражаются в отчете о работе. Дать схему участка ДТП, движения на объездном участке и установки необходимых знаков.

Примерный комплект технических средств

№ п/п	Наименование оборудования	Характеристика
1	2	3
1.	Растяжки гидравлические	4 т и 10 т
2.	Цилиндры гидравлические	3 т и 8 т
3.	Портативный генератор	Переменно-постоянный ток, вес 23 кг
4.	Сварочный генератор	Переменно-постоянный ток, вес 92 кг
5.	Двигатель общего назначения	Максимально-крутящий момент 2,4 кг м / 2500 об/мин, вес 31 кг
6.	Компрессор	Давление до 10 МПа
7.	Электрололток МЭУ-125	-
8.	Болгарка	230 мм; 8500 об/мин
9.	Электродрель МЭС-300Э-6 с насадками	-
10.	Электроножницы	-
11.	Ножницы механические (универсальные)	-
12.	Набор ключей	-
13.	Набор головок	-

Состав автомобильной аптечки первой помощи

(Утвержден Минздравом РФ, согласован с МВД в августе 1996 г.)

1. Обезболивающие, противовоспалительные и противошоковые средства при травме (ушибы, переломы, вывихи), ранениях, шоке:
  - 1.1. Анальгин 0,5 № 10 (или аналог), аспирин 0,5 № 10..... по 1 уп.
  - 1.2. Портативный гипотермический (охлаждающий) пакет-контейнер..... 1 шт.
  - 1.3. Раствор сульфацила натрия ..... 1 фл.
2. Средства для остановки кровотечения, обработки и перевязки ран:
  - 2.1. Жгут для остановки артериального кровотечения с дозированной компрессией (сдавливанием) ..... 1 шт.
  - 2.2. Бинт стерильный 10 × 5 см ..... 1 шт.
  - 2.3. Бинт нестерильный 10 × 5 см ..... 1 шт.
  - 2.4. Бинт нестерильный 5 × 5 см ..... 1 шт.
  - 2.5. Атравматическая повязка МАГ с диоксином или нитратом серебра 8 × 10 см для перевязки ран ..... 1 шт.
  - 2.6. Лейкопластырь бактерицидный 2,5×7,2 или 2×5 см..... 8 шт.
  - 2.7. Салфетки стерильные для остановки капиллярного и венозного кровотечения “Колтекс ГЕМ” с фурагином 6×10 см, 10×18 см ..... 3 шт.  
или Сталин (порошок) 1,0 г ..... 3 уп.
  - 2.8. Раствор йода спиртовой 5% или бриллиантовой зелени 1% ..... 1 фл.
  - 2.9. Лейкопластырь 1×500 или 1×250 см ..... 1 шт.
  - 2.10. Бинт эластичный трубчатый медицинский нестерильный № 1, 3, 6 .....по 1 шт.
3. Средства при болях в сердце
  - 3.1. Нитроглицерин таб. № 40 или капс. № 20 (тринитролонг) ..... 1 уп.
  - 3.2. Валидол таб. или капс. .... 1 уп.
4. Средства для сердечно-легочной реанимации при клинической смерти
  - 4.1. Устройство для сердечно-легочной реанимации при клинической смерти “Устройство-рот-устройство” ..... 1 шт.
5. Средства при обмороке (коллапсе)
  - 5.1. Аммиака раствор (нашатырный спирт) ..... 1 фл.

6. Средства для дезинтоксикации при отравлениях пищей и т.д.
- 6.1. Энтеродез ..... 2 уп.  
или уголь активированный в табл. № 10 ..... 1 уп.
7. Средства при стрессовых реакциях
- 7.1. Корвалол ..... 1 фл.
8. Ножницы тупоконечные ..... 1 шт.

**Не допускается** произвольная замена указанных в перечне лекарственных средств и изделий медицинского назначения.

**Не применяйте** средства с поврежденной маркировкой и просроченным временем использования.

**При использовании любого средства аптечку срочно дополнить.**

*Приложение 3*

Примерный набор машин и механизмов

№ п/п	Наименование механизмов	Количество
1	2	3
1.	Каток	1
2.	Бульдозер	1
3.	Экскаватор ЭО-3322	1
4.	Камаз бортовой 5320	2
5.	Автомобильный кран	1
6.	Камаз-самосвал	2
7.	Грейдер	1
8.	Экскаватор (на базе ЮМЗ)	1

## Практическая работа № 5

### Проверка буксировочных устройств и приспособлений для транспортировки аварийных транспортных средств

#### Задание

1. Ознакомиться с методикой определения годности канатов и цепи.
2. Ознакомиться с работой приборов (микрометра, штангенциркуля) и научиться пользоваться ими.
3. Провести проверку надежности сцепного устройства и жесткой сцепки.
4. Провести проверку состояния каната и цепи, произвести расчет.

#### Методика выполнения работы

1. Проверить внешним осмотром состояние сцепного устройства и жесткой сцепки. Результаты осмотра занести в таблицу.
2. Проверить состояние гибкой сцепки, состоящей из каната и коушей. Выбрать наихудшие места гибкой сцепки (каната) и измерить его элементы (диаметр каната и проволочек) штангенциркулем и микрометром. Выявить наличие оборванных проволочек в канате в выбранном наихудшем месте (на шаге свивки каната) и сравнить их количество с допустимыми нормативными значениями (Приложение 1).

Замерить диаметр каната в местах, подверженных коррозии и износу. Сравнить с допустимыми значениями. Допустимый износ и коррозия должны составлять не более 7% по сравнению с номинальным диаметром каната (Приложение 1) гибкой сцепки. Результаты занести в таблицу. Произвести осмотр крепления концов каната к коушу (Приложение 2).

Произвести расчет гибкой сцепки на прочность с учетом схемы ее установки (рисунок 1) по формуле:

$$F_0 \geq S \cdot Z_P, \quad (1)$$

где  $F_0$  – разрывное усилие каната в целом, Н;

$S$  – наибольшее натяжение ветви каната. Н;

$Z_P$  – минимальный коэффициент запаса прочности каната.

1 – буксирующее транспортное средство; 2, 4 – элементы сцепного устройства;  
3 – ветви каната гибкой сцепки; 5 – буксируемое транспортное средство

Рисунок 1 – Схема крепления

Расчет наибольшего натяжения ветви каната определяется выражением:

$$S = \frac{10 \cdot Q_{II}}{n \cdot \cos \alpha}, \quad (2)$$

где  $Q_{II}$  – полная масса буксируемого транспортного средства, Н;

$\alpha$  – угол между ветвями каната;

$n$  – количество ветвей каната.

Полученные данные расчета занести в таблицу 6.3.

3. Проверить состояние жесткой сцепки внешним осмотром и занести результаты осмотра в таблицу.

4. Проверить состояние страховочной цепи и измерить ее параметры.

Измерить длину выбранного звена цепи, т.е. увеличенную длину звена цепи, в соответствии с рисунком (рисунок 2) штангенциркулем. Результаты занести в таблицу.

$L_0$  – первоначальная длина звена цепи, мм;  $L_1$  – увеличенная длина звена, мм

Рисунок 2 – Удлинение звена цепи

Произвести замер диаметра звена цепи в соответствии с рисунком (рисунок 3) микрометром. Результаты занести в таблицу 4.

$d_0$  – первоначальный диаметр, мм;  $d_1, d_2$  – фактические диаметры сечения звена цепи, измеренные во взаимно перпендикулярных направлениях, мм.

Рисунок 3 – Уменьшение диаметра сечения звена цепи

Полученные результаты сравнить с допустимыми значениями по формулам:

$$L_1 \leq L_0 + 3\% \quad \text{и} \quad \frac{d_1 + d_2}{2} \geq 0,9 d_0$$

Цепное устройство подлежит браковке при удлинении звена цепи более 3% первоначального размера и при уменьшении диаметра сечения звена цепи вследствие износа более 10%.

## Нормы браковки канатов

I. Браковка канатов, находящихся в эксплуатации, должна проводиться согласно инструкции по эксплуатации грузовых машин, составленной с учетом требований ИСО 4309.

Для оценки безопасности использования канатов используют следующие критерии:

1. Характер и число обрывов проволок (рис. 1 - 3), в том числе наличие обрывов проволок у концевых заделок, наличие мест сосредоточения обрывов проволок, интенсивность возрастания числа обрывов проволок (Таблица № 1).

2. Разрыв пряди.

3. Поверхностный и внутренний износ.

4. Поверхностная и внутренняя коррозия.

5. Местное уменьшение диаметра каната, включая разрыв сердечника.

6. Уменьшение площади поперечного сечения проволок каната (потери внутреннего сечения).

7. Деформация в виде: а) волнистости; б) корзинообразности; в) выдавливания проволок и прядей; г) раздавливания прядей; д) заломов; е) перегибов.... и т.д.

8. Повреждения в результате температурного воздействия или электрического дугового разряда.

Таблица 1 – Число обрывов проволочек, при наличии которых канаты двойной свивки, работающие со стальными и чугунными блоками, отбраковываются

Число несущих проволочек в наружных прядях, $n$	Типовые примеры конструкций канатов	Группа классификации (режима) механизма							
		М 1, М 2, М 3 и М 4				М 5, М 6, М 7 и М 8			
		крестовая свивка		односторонняя свивка		крестовая свивка		односторонняя свивка	
		на участке длиной							
		6 d	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d
$n \leq 50$	$6 \times 7$ $(1+6)+1 \times 7(1+6)$ $6 \times 7 + 1 \text{ о.с.}$	2	4	1	2	4	8	2	4
$51 \leq n \leq 75$	$8 \times 6 (0 + 6) + 9$ $\text{о.с.}$	3	6	2	3	6	12	3	6
$75 \leq n \leq 100$		4	8	2	4	8	16	4	8
$101 \leq n \leq 120$	$6 \times 19 (1+9+9) + 1$ $\text{о.с.}$	5	10	2	5	10	19	5	10
$121 \leq n \leq 140$	$6 \times 19(1+9+9)+7 \times 7(1+6)$ $6 \times 25(1+6;6+12)+1 \text{ о.с}$ $6 \times 25(1+6;6+12)+7 \times 7(1+6)$	6	11	3	6	11	22	6	11
		6	13	3	6	13	26	6	13
		6	13	3	6	13	26	6	13

	$6 \times 19(1+6+6/6)+7 \times$								
	$7(1+6)^*$								
$141 \leq n \leq$	$6 \times 19(1+6+6/6)+1$								
160	о.с.*								
$161 \leq n \leq$	$8 \times 16(0+5+11)+9$								
180	о.с.								
	$18 \times 7(1+6)+1$ о.с.								
	$8 \times 19(1+6+6/6)+1$								
	о.с.*								
	и т.д.								

Примечание:

1.  $n$  – число несущих проволок в наружных прядях каната;  $d$  – диаметр каната, мм.
2. Проволоки заполнения не считаются несущими, поэтому не подлежат учету. В канатах со стальным сердечником последний рассматривается как внутренняя прядь и не учитывается.
3. Расчет числа видимых обрывов для канатов прядевой конструкции определяется по приведенным формулам. При этом полученное значение округляется до целого в большую сторону.
4. Для канатов с неодинаковыми диаметрами внешних проволок в наружных прядях класс конструкции в таблице понижен и отмечен звездочкой.

II. При уменьшении диаметра каната в результате поверхностного износа или коррозии на 7% и более по сравнению с номинальным диаметром канат бракуется даже при отсутствии видимых обрывов проволок.

При уменьшении диаметра каната в результате повреждения сердечника - внутреннего износа, обмятия, разрыва и т.п. (на 3% от номинального диаметра

каната у некрутящихся канатов и на 10% у остальных канатов) канат бракуется даже при отсутствии видимых обрывов проволок.

При наличии у каната поверхностного износа или коррозии проволок число обрывов как признак браковки должно быть уменьшено в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 - Нормы браковки каната в зависимости от поверхности износа и коррозии

Уменьшение диаметра проволок в результате поверхностного износа и коррозии, %	Число обрывов проволок на шаге свивки; % от норм, указанных в таблице 1
10	85
15	75
20	70
25	60
30 и более	50
на 40% и более	бракуется

Определение износа или коррозии проволок по диаметру производится с помощью микрометра.

III. Волнистость каната характеризуется шагом и направлением ее спирали. При совпадении направлений спирали волнистости и свивки каната и равенстве шагов спирали волнистости  $H_B$  и свивки каната  $H_K$  канат бракуется при  $d_B \geq 1,08 d_K$  ( $d_B$  - диаметр спирали волнистости,  $d_K$  - диаметр каната номинальный). При несовпадении направлений спирали волнистости и свивки каната и неравенстве шагов спирали волнистости и свивки каната или совпадении одного из параметров канат бракуется при  $d \geq 4/3 d_K$  (длина отрезка каната не должна быть больше  $25 d_K$ ) (рисунок 1).

IV. Канаты не должны допускаться к работе при обнаружении: корзинообразной деформации; выдавливания сердечника; выдавливания или расслоения прядей; местного уменьшения диаметра каната; местного увеличения диаметра каната; раздавленных участков; перекручиваний, заломов; перегибов; повреждений в результате температурных воздействий или электрического дугового разряда.

## Приложение 2

### КАНАТЫ

(должны иметь сертификат) (ГОСТ 3241, ГОСТ 18899 или ИСО 2408)

1. Петля на конце каната при креплении его, сопряжении с кольцами, крюками и другими деталями, должны быть выполнены с применением: коуша с заплеткой свободного конца каната или установкой зажимов; стальной ковальной, штампованной, литой втулки с закреплением клином; путем заливки легкоплавким сплавом или другим способом в соответствии с нормативной документацией. Применение сварных втулок не допускается (кроме крепления конца каната во втулке электротали). Корпуса, втулки и клинья не должны иметь острых кромок, чтобы не перетирался канат.

2. Число проколов каната каждой прядью при заплетке должно соответствовать указанному:

Диаметр каната, мм	Минимальное число проколов каждой прядью
до 15	4
от 15 до 28	5
от 28 до 60	6

Последний прокол каждой прядью должен производиться половинным числом ее проволок (половины сечения пряди).

Допускается последний прокол делать половинным числом прядей каната.

Количество зажимов определяется проектированием, но должно быть не менее трех. Шаг расположения зажимов и длина свободного конца каната за последним зажимом должны быть не менее шести диаметров каната. Скобы зажима устанавливаются на свободном конце каната. Установка зажимов горячим (кузнечным) способом не разрешается.

Рисунок 1 – Волнистость каната

### **Практическая работа № 6**

#### **Исследование участков дороги и их влияние на безопасный проезд автомобиля**

##### **Задание**

1. Изучить методику по выполнению данной работы.
2. Определить шероховатость поверхности дорожного покрытия и сравнить с нормативными значениями.
3. Определить коэффициент происшествий на участке дороги.
4. Определить коэффициент безопасности и коэффициент относительной аварийности в соответствии с исходными данными к работе.
5. Определить коэффициент аварийности.

6. Произвести расчет и определить эквивалентный радиус заданного участка дороги.

7. Провести анализ участка дороги и его влияние на безопасный проезд автомобиля.

### **Методика выполнения работы**

Автомобильные дороги должны удовлетворять потребностям хозяйства и населения страны в перевозках пассажиров и грузов и обеспечить безопасность движения автомобилей. Автомобильные дороги делят на пять категорий, имеющих соответствующую пропускную способность, основание и покрытие для обеспечения движения по ним транспортных средств с различной осевой нагрузкой, имеют полосы движения с определенной шириной, ограниченные продольные уклоны и радиусы поворотов и ряд других параметров дороги, влияющих на безопасность движения транспортных средств.

Для повышения безопасности дорожного движения и снижения высокой вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий надо систематически проводить анализ сопоставимых дорожных условий, используя при этом систему показателей (отраженных ниже) с последующей разработкой мероприятий и принятием мер по ликвидации причин дорожно-транспортных происшествий. С этой целью и проводится данная работа.

В связи с этим требуется:

1. определить шероховатость поверхности дорожных покрытий, используя при этом образец цементно-бетонного или асфальтобетонного покрытия. Шероховатость выбранного образца измерить методом песчаного пятна. Метод песчаного пятна заключается в распределении на поверхности покрытия (предварительно промытой кистью и высушенной) определенного объема песка (обычно  $10...30 \text{ см}^3$ ) с размером частиц  $0,15...0,3 \text{ мм}$ . Песок разравнивают вровень с поверхностью отдельных выступов покрытия, придавая песчаному пятну форму правильного круга. По замеренному диаметру пятна и объему песка вычисляют среднюю глубину шероховатости.

$$h_{CP} = \frac{4V}{\pi D^2} = 1,275 \frac{V}{D^2},$$

где  $V$  – объем песка, см<sup>3</sup>;  $D$  – диаметр песчаного пятна, см.

Если вычисленная средняя величина глубины шероховатости на участках дорог с продольными уклонами до 30 ‰ на покрытиях с применением органических вяжущих материалов меньше 0,7 мм, а на цементно-бетонных покрытиях – менее 0,5 мм, то шероховатость характеризуется как неудовлетворительная, 0,7...1,5 и 0,5...0,6 мм – удовлетворительная, 1,5...2,0 и 0,6...0,8 мм – хорошая и более 2,0 и 0,8 – очень хорошая.

На участках дорог с большими уклонами шероховатость нормируют с учетом их величины (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Нормированная средняя глубина шероховатости с учетом уклона

Величина уклона, ‰	Средняя глубина шероховатости, мм
4	3,5
5	6
6	8
7	10
8	12

Результаты исследований шероховатости поверхности занести в таблицу 5.1 (отчет о работе).

2. На выбранном участке макета дороги, с использованием исходных данных (по заданию преподавателя) и метода оценки аварийности определить коэффициент происшествий.

Для длинных и однородных по геометрическим элементам участков коэффициент происшествий (ДТП / 1 млн. авт-км) определяется:

$$I_{PP} = \frac{10^6 \cdot Z}{365 \cdot L \cdot N}, \quad (1)$$

где  $Z$  – число происшествий в год;  $N$  – среднегодовая суточная интенсивность движения в обоих направлениях, авт/сут;  $L$  – длина участка дороги, км.

Для коротких участков (мосты, перекрестки и т.д.) коэффициент происшествий измеряется (ДТП / 1 млн. авт.)

$$I_{IP} = \frac{10^6 \cdot Z}{365 \cdot N}, \quad (2)$$

Коэффициенты, определяемые по этим формулам, используются для обработки статистических данных об аварийности выбранных участков.

3. Определить коэффициент безопасности на выбранном участке дороги, используя исходные данные по формуле:

$$K_B = \frac{V_{MAX, YЧ}}{V_{MAX, H}} \quad (3)$$

где  $V_{MAX, YЧ}$  – максимальная скорость движения на участке, км/ч;  $V_{MAX, H}$  – максимальная скорость при въезде на участок, км/ч.

Результаты занести в таблицу 5.2 и по полученным данным построить график (Приложение 1).

Определить коэффициент относительной аварийности, используя исходные и табличные данные, по формуле:

$$I_A = 0,1 + 0,001 K \quad (4)$$

где  $K$  – число конфликтных ситуаций на 1 млн. авт-км.

Оно определяется выражением

$$K = K' \cdot 10^6 / (N_r h) \quad (5)$$

где  $K'$  – число конфликтных ситуаций, приведенных к критической;  $N_r$  – часовая интенсивность движения, авт/ч;  $h$  – длина участка дороги, км.

Число конфликтных ситуаций, приведенных к критической, определяется по формуле:

$$K' = 0,44 K_1 + 0,83 K_2 + K_3 \quad (6)$$

где  $K_1$  – легкие конфликтные ситуации;

$K_2$  – средние конфликтные ситуации;

$K_3$  – критические конфликтные ситуации.

Величина  $K_1, K_2, K_3$  определяется заданием преподавателя.

По полученным данным оценивают участки по опасности движения, исходя из значений, отраженных в Приложении 2.

При разработке проектов реконструкции и капитального ремонта дорог следует проектировать участки с числом конфликтных ситуаций более 310.

Результаты расчетов занести в отчет о работе.

4. Определить коэффициент аварийности, который представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающих влияние отдельных элементов плана и профиля (значения этих коэффициентов берутся из Приложения 3) по формуле:

$$K_{AB} = \sum_{i=1}^n K_i \quad (7)$$

где  $K_i$  – частные коэффициенты.

Результаты расчетов занести в отчет о работе.

5. Произвести расчет и определить эквивалентный радиус заданного участка дороги по формуле:

$$R_{ЭКВ} = \frac{\varphi_{кр} \pm i_{кр}}{\varphi_{пр} + i_{пр}} \cdot R_{кр} \quad (8)$$

где  $\varphi$  – коэффициент поперечной силы, принимаемый равным коэффициенту поперечного сцепления (используются данные Приложения 4);  $i$  – поперечный уклон в десятичных дробях;  $R_{кр}$  – радиус кривой, м.

Индекс “кр” относится к рассматриваемой кривой, а индекс “пр” – к характеристике проезжей части на прилегающем участке. Радиус кривой ( $R_{кр}$ ) определяют методом хорды (рисунок 1)

АС – хорда; ВД – расстояние от середины хорды до края дороги;

1 – проезжая часть; 2 – осевая линия

Рисунок 1 – Схема определения радиуса кривой дороги

Измеряют расстояние на макете участка дороги АС. Находят середину (точку Д) АС и определяют длину а (расстояние АД). Затем измеряют высоту в (расстояние ВД) от этой точки до кромки проезжей части.

Радиус закругления подсчитывают по формуле:

$$R_{кр} = \frac{a^2 + в^2}{2в} \quad (9)$$

Полученные значения занести в отчет о работе и сравнить с нормированными данными (Приложение 5).

6. По полученным данным сделать анализ участка дороги и влияние полученных значений на безопасный проезд автомобиля.

*Приложение 1*

скорость движения одиначного автомобиля, км/ч	120	
	100	
	80	
	60	
	40	
	20	
коэффициент	1,0	
	0,8	

безопасности, $K_B$	0,6
	0,4
	0,2

Приложение 2

Наименование	Характеристика участка			
	неопасный	малоопасны й	опасный	очень опасный
Число конфликтных ситуаций на 1 млн. авт-км	менее 210	210-310	310-460	более 460

Приложение 3

Интенсивность движения, тыс. авт./сут . . . . .	3	5	7	9	11	13	15	20
$K_1$ для дорог:								
двухполосных . . . . .	0,75	1,0	1,30	1,70	1,80	1,5	1,0	0,6
трехполосных . . . . .	0,65	0,75	0,9	0,96	1,25	1,5	1,3	1,0
Интенсивность движения, тыс. авт./сут . . . . .	10	15	18	20	25	28	30	
$K_1$ (четыре полосы и более). . . . .	1,0	1,1	1,3	1,7	2,2	2,8	3,4	
Ширина проезжей части, м . . . . .	6	7	7,5	9	10,5	14-15	14	
$K_2$ для обочин:								
укрепленных . . . . .	1,35	1,05	1,00	0,8	0,7	0,6	0,5	
неукрепленных . . . . .	2,5	1,75	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7	

Ширина обочин, м . . . . .	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0
$K_3$ для дорог:					
двухполосных . . . . .	2,2	1,4	1,2	1,0	0,8
трехполосных . . . . .	1,37	0,73	0,65	0,49	0,35

Продольный уклон, ‰ . . . . .	20	30	50	70	80
$K_4$ . . . . .	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0

Радиус кривых в плане, м . . . . .	100	150	200-300	400-600	1000-2000	> 2000
$K_5$ . . . . .	5,4	4,0	2,25	1,6	1,25	1,0

Видимость, м . . . . .	50	100	150	200	250	350	400	500
$K_6$ в плане . . . . .	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
$K_6$ в профиле . . . . .	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0

Ширина проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги	Меньше на 1 м	Равна	Шире на 1 м	Шире на 2 м	Равна ширине земельного полотна
$K_7$ . . . . .	6,0	3,0	2,0	1,5	1,0

Длина прямых участков, км . . . . .	3,0	5	10	15	20	25
$K_8$ . . . . .	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0

Тип пересечения . . . . .	В разных уровнях	Кольцевые пересечения	В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной на двух дорогах:		
			10	10-20	> 20
$K_9$ . . . . .	0,35	0,70	1,5	3,0	4,0

Пересечение в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт./сут . . . . .	1600-3500	3500-5000	5000-7000 и более
$K_{10}$ . . . . .	2,0	3,0	4,0

Коэффициент сцепления (СНиП 11-Д.5-72 и 2.05.02-85)

Условия Движения	Характеристика участков дорог	Коэффициент сцепления шин автомобилей с поверхностью покрытий при скорости 60 км/ч, не менее
Легкие	Участки прямые или кривые с радиусами 1000 м и более, горизонтальные или с продольными уклонами не более 30 ‰, с элементами поперечного профиля, соответствующими нормам таблицы 30, и с укрепленными обочинами, без пересечений в одном уровне, при уровне загрузки не свыше 0,3	0,45
Затрудненные	Участки на кривых в плане с радиусами 250...1000 м, на спусках и подъемах с уклонами 30...60 ‰, участки в зонах сужений проезжей части (при реконструкции), а также участки дорог, отнесенные к легким условиям движения, при уровнях загрузки в пределах 0,3...0,5	0,50...0,45
Опасные	Участки с видимостью менее расчетной, подъемы и спуски с уклонами, превышающими расчетные, зоны пересечений и примыканий в одном уровне, а также участки, отнесенные к легким и затрудненным условиям, при уровнях загрузки свыше 0,5	0,60

Приложение 5

Предельные допустимые нормы плана и продольного профиля автомобильных дорог

Расчетная скорость, км/ч	Наибольшие продольные уклоны, ‰	Наименьшее расстояние видимости, м		Наименьшие радиусы кривых, м				
				в плане		в продольном профиле		
		Для остановки	Для встречного автомобиля	основные	в горной местности	выпуклых	Вогнутых	
							основные	в горной местности
150	30	300	-	1200	1000	30000	8000	4000

120	40	250	450	800	600	15000	5000	2500
100	50	200	350	600	400	10000	3000	1500
80	60	150	250	300	250	5000	2000	1000
60	70	85	170	150	125	2500	1500	600
50	80	75	130	100	100	1500	1200	400
40	90	55	110	60	60	1000	1000	300
30	100	45	90	30	30	600	600	200

Примечание. Наименьшее расстояние видимости для остановки должно обеспечивать

видимость любых предметов, имеющих высоту 0,2 м и более, находящихся на середине полосы движения, с высоты глаз водителя автомобиля 1,2 м от поверхности проезжей части

### **Практическая работа № 7**

#### **Планирование, учет и отчетность по безопасности дорожного движения**

##### **Задание**

1. Составить журнал учета ДТП и журнал учета нарушений Правил дорожного движения водителями.
2. Разработать план мероприятий по обеспечению безопасности движения.
3. Составить личную карточку водителя по учету нарушений Правил дорожного движения и ДТП.
4. Составить донесения в вышестоящие организации о ДТП.
5. Составить акт служебного расследования ДТП.
6. Составить журнал регистрации замечаний и предложений в работе по обеспечению безопасности движения.

#### **Методика выполнения работы**

1. Составить журнал учета ДТП и журнал учета нарушений Правил дорожного движения, используя исходные данные. В журнале учета ДТП (таблицы № 1 и 2) заполняются сведения по всем ДТП, совершенным при участии водителя данной организации.

2. Разработать план мероприятий по обеспечению безопасности движения (таблица № 3). Заполнить личную карточку водителя и отразить в таблице 1, 2, 3 и 4 закрепление за ним автомобиля, прохождение медосвидетельствования, наличие дорожно-транспортных происшествий и нарушений правил дорожного движения.

3. В разделах № 5 (таблицы 1, 2), № 6, № 7 оформить порядок сообщения о ДТП с легкой степенью тяжести получения травм и с особо тяжкими последствиями, регистрацию замечаний и предложений в работе по предупреждению ДТП, произвести служебное расследование ДТП и составление соответствующего акта.

---

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

**К.П.Андреев, А.В.Шемякин.**

# **Грузовые перевозки**

**Методические указания и задания  
по выполнению практических работ**

для студентов дневной и заочной форм обучения  
по направлению подготовки  
23.03.01 - Технология транспортных процессов  
профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань  
Издательство РГАТУ  
2023

## Содержание

Практическая работа №1. Грузовместимость автотранспортных средств.....	4
Практическая работа №2. Расчет количества автомобилей при уборке снега..	9
Практическая работа №3. Составление оптимальных маршрутов движения подвижного состава и оценка основных показателей его работы.....	10
Практическая работа №4. Расчет себестоимости автотранспортных перевозок	16
Лабораторная работа №5. Погрузочно-разгрузочные пункты и их производительность.....	18
Практическая работа №6. Техничко – эксплуатационные показатели работы автотранспорта.....	21
Литература.....	28
Техника безопасности при выполнении практических работ.....	29

## Практическая работа №1

### ГРУЗОВМЕСТИМОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

(задания 1.1 и 1.2)

1. Цель работы. Определение грузоподъемности автотранспортных средств.

Обозначения:

где  $q'_н$  – номинальная грузоподъемность автомобиля, тн;

$q_v$  – удельная объемная грузоподъемность, тн/м<sup>3</sup> ;

$q_{увм}$  – удельная грузоподъемность, тн/м<sup>3</sup> ;

$\rho$  – плотность (*объемная* масса) груза, т/м<sup>3</sup> ;

$V_k$  – объем кузова автомобиля, м<sup>3</sup>;

$V_{гр}$  – объем груза, загружаемого а автомобиль, м<sup>3</sup>;

$a, b, h$  – внутренние габаритные размеры кузова (длина, ширина, высота соответственно), мм;

$h_1$  – расстояние от верхнего края борта кузова до уровня груза, мм;

$G_{вм}$  – грузоподъемность автомобиля (прицепа, полуприцепа), т;

$f_{уд}$  – удельная грузоподъемность пола кузова, тн/м<sup>2</sup>;

$f_{ф}$  – фактическая удельная нагрузка на пол кузова ,тн/м<sup>2</sup>.

### 2. Теоретическая часть.

Приспособленность автотранспортных средств к перевозке грузов оценивается показателями:

- грузоподъемность;
- удельная объемная грузоподъемность;
- удельная грузоподъемность пола.

Грузоподъемность показывает наибольшее количество груза, которое может быть одновременно перевезено автомобилем (на прицепе, полуприцепе), и определяется по формуле

$$G_{вм} = a \cdot b \cdot (h \pm h_1) \cdot \rho, \quad (1.1)$$

где  $G_{вм}$  – грузоподъемность, тн;

$a, b, h$  – внутренние габаритные размеры кузова, соответственно длина, ширина, высота, м;

$h_1$  – расстояние от верхнего края борта платформы до уровня погрузки груза, м;

$\rho$  – плотность груза, тн/м<sup>3</sup> .

Для штучных и пакетированных грузов, перевозимых в один ярус, высота загрузки ( $h+h_1$ ) соответствует высоте грузового места. При укладке тарно-

штучных грузов в несколько ярусов превышение уровня бортов определяется условием обеспечения устойчивого положения груза во время перевозки.

При перевозке ценных навалочных и насыпных грузов загрузка их в кузов производится ниже верхнего края бортов. Для некоторых навалочных грузов допускается погрузка в автотранспорт с превышением уровня бортов, но с учетом того, что в движении такой груз может высыпаться через борт. Объем груза, который можно перевозить в кузове, определяется по формуле

$$V_{гр} = V_{к} + (b/2)^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (1.2)$$

где  $V_{гр}$  – объем груза, который может быть загружен в кузов, м<sup>3</sup>;

$V_{к}$  – объем кузова, м<sup>3</sup>;

$\alpha$  – угол естественного откоса груза в движении.

Характеристики некоторых грузов (плотность, значения угла естественного откоса) приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Характеристика грузов

Наименование грузов	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса, град	
		В движении	В покое
Глина сухая	1,8-2,0	40	40
Глина сыра	2,0-2,1	20	25
Гравий	1,5 -2,0	30	45
Земля	1,6-1,9	17	27
Зерно <sup>1</sup>	0,6 - 0,75	28	35
Картофель <sup>1</sup>	0,6 - 0,75	20	28
Песок	1.4-1,6	30	33
Торф	0,5	40	45
Уголь	0,8	30	45
Щебень	1,8-2,0	35	45

*Примечание.* 1 - грузы следует считать ценными насыпными и перевозить не выше уровня бортов; зерно, кроме того, с укрытием брезентом.

При перевозках грузов разной плотности часто встречаются случаи, когда при неполном использовании вместимости кузова не полностью используется грузоподъемность автомобиля или наоборот, полное использование грузоподъемности достигается при частичном использовании вместимости.

Подбор подвижного состава для перевозки грузов производят с учетом соотношения удельной объемной грузоподъемности и удельной грузовместимости.

Удельная объемная грузоподъемность регламентируется при проектировании автомобилей. Она определяется отношением номинальной грузоподъемности к полному объему кузова:

$$q_v = q_n / V_k, \quad (1.3)$$

где  $q_v$  – удельная объемная грузоподъемность, тн/м<sup>3</sup>;

Для автомобилей грузоподъемностью:

- до 2 тонн ее принимают в пределах до 0,5 тн/м<sup>3</sup>;

- до 3тн – 0,6; 5 тн – 0,83; 6 тн – 0,9; 7-12 тн -1,0 тн/м<sup>3</sup>.

Удельная грузоподъемность определяет количество груза, которое может быть загружено в один м<sup>3</sup> емкости кузова:

$$q_{увм} = G_{вм} / V_k, \quad (1.4)$$

где  $q_{увм}$  – удельная грузоподъемность, тн/м.

Если значение удельной объемной грузоподъемности ( $q_v$ ) соответствует удельной грузоподъемности, в таком случае будет обеспечено полное использование грузоподъемности данной модели автомобиля.

При перевозке грузов, удельная грузоподъемность для которых меньше удельной объемной грузоподъемности ( $q_{увм} < q_v$ ), вместимость автомобиля может быть, использована полностью, но грузоподъемность полностью использована быть не может; при перевозке грузов обеспечивающих грузоподъемность больше чем удельная объемная грузоподъемность ( $q_{увм} > q_v$ ), используется полностью грузоподъемность автомобиля при неполном использовании вместимости кузова.

График использования грузоподъемности показан на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1. График использования грузоподъемности

а)  $q_n = 3т$ ;  $q_a = 3т$ ; б)  $q_n = 5т$ ;  $q_b = 4,5т$ ; в)  $q_n = 8т$ ;  $q_v = 6,0т$ .

Удельная грузоподъемность пола кузова показывает нагрузку на один квадратный метр полезной площади кузова, при которой достигается полное

использование грузоподъемности автомобиля. В зависимости от соотношения фактической удельной нагрузки на пол кузова ( $f_{\phi}$ ) и удельной грузоподъемности кузова ( $f_{уд}$ ) возможны ситуации:

$f_{\phi} < f_{уд}$  – площадь пола используется полностью, по грузоподъемность полностью не используется;

$f_{\phi} > f_{уд}$  – полное использование грузоподъемности достигается при неполном использовании полезной площади кузова.

### ЗАДАНИЕ 1.1

Определить количество каменного угля и щебня, которое может быть перевезено автосамосвалом МАЗ-5549 (номер варианта сумма последних двух цифр зачетной книжки, пример вариант 02).

Ниже приведены варианты заданий, включающие порядковые номера марки автомобиля и двух видов груза (таблица 1.2).

Номер варианта студенту определяет преподаватель.

Таблица 1.2 - Варианты заданий

Номер варианта	Марка автомобиля	Вид груза	
1	Зил-ММЗ-4502	Торф	Гравий
2	МАЗ-5549	Уголь	Щебень
3	КамАЗ-55102	Зерно	Глина сырая
4	КрАЗ-256Б1	Картофель	Песок
5	МАЗ-5549	Гравий	Торф
6	КамАЗ-55102	Щебень	Уголь
7	Зил-ММЗ-4502	Глина сырая	Зерно
8	МАЗ-5549	Песок	Картофель
9	КамАЗ-55102	Гравий	Щебень
10	КрАЗ-256Б1	Опилки	Уголь
11	КамАЗ-5511	Глина сырая	Картофель
12	МАЗ-5549	Песок	гравий
13	КамАЗ-55102	Торф	Торф
14	Зил-ММЗ-4502	Опилки	Песок
15	МАЗ-5549	Зерно	Песок
16	КамАЗ-5511	Картофель	Торф
17	КрАЗ-256Б1	Гравий	Опилки
18	Зил-ММЗ-4502	Щебень	Зерно

### ЗАДАНИЕ 1.2

Определить возможный объем перевозки тарно-штучного груза на авто мобиле КамАЗ-5320. Габаритные размеры (длина, ширина, высота) грузового места составляют 600х400х228 мм, масса 30 кг.

Варианты заданий приведены в таблице 1.3. Номера вариантов сумма последних двух цифр зачетной книжки.

Таблица 1.3 - Варианты заданий

Номер варианта	Марка автомобиля	Наружные размеры ящика, мм			Масса, кг
		длина	ширина	высота	
1	Зил-431410	600	400	280	40
2	Зил-431510	500	240	300	30
3	МАЗ-53362	800	420	200	45
4	МАЗ-53371	400	300	266	35
5	КамАЗ-53212	480	250	316	42
6	МАЗ-5549	600	400	240	35
7	КамАЗ-55102	500	240	300	40
8	КрАЗ-256Б1	750	240	200	25
9	МАЗ-5549	400	300	200	35
10	КамАЗ-55102	550	250	320	38
11	Зил-ММЗ-4502	450	400	260	30
12	МАЗ-5549	500	240	300	28
13	КамАЗ-55102	800	240	200	45
14	КрАЗ-256Б1	400	300	266	35
15	КамАЗ-5511	650	250	320	26
16	МАЗ-5549	600	400	280	40
17	КамАЗ-55102	500	300	310	35
18	Зил-ММЗ-4502	700	340	210	30

## Практическая работа №2

### РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ УБОРКЕ СНЕГА

#### 1. Технология расчистки снежных отложений.

Цель снегоочистки – полностью удалить выпадающий снег или в кратчайшие сроки убрать с проезжей части и обочин уже выпавший снег. Снегоочистка состоит из двух технологических операций – резание и транспортировка снега. Основным процессом, определяющим производительность снегоочистки, является процесс резания, то есть отделение от снежного массива пластов режущим органом очистительных машин.

Наиболее широко распространена патрульная снегоочистка. Технология патрульной снегоочистки сводится к следующему: при небольших снегопадах или малой интенсивности метели снег очищают одноотвальными скоростными плужными снегоочистителями типа Д-666. При скорости движения 30...40 км/ч снег отбрасывают отвалом без образования на проезжей части валов. С увеличением скорости движения до 60...80 км/ч снег отбрасывают отвалом на расстояние 10...20 м, и эффективность патрульной очистки возрастает, поскольку на обочинах не образуются снежные валы.

Патрульную очистку ведут продольными проходами, смещаясь от оси к обочинам. Если снегопад не превышает 3-5 см в час, то возможно применение одиночной машины. В противном случае, а так же при интенсивном движении, работу ведут отрядом снегоочистителей: машины движутся в одном направлении в 30...60 м друг от друга и с перекрытием следа на 30...50 см. За один проход снег удаляется со всей полосы движения.

#### ЗАДАНИЕ 2

Расчитать количество автомобилей при патрульной уборке снега.

На рисунке 2.1 представлена схема движения машин при движении снегоочистительного отряда, очищающего дорогу от оси к обочине. При данной технологии необходимы очистители с поворотным отвалом.

Необходимое число машин для патрульной очистки автомобильной дороги определяется по формуле 3.1.

$$N = \frac{2 \cdot L \cdot n}{V \cdot K_n \cdot t_n} ; \quad (2.1)$$

где  $L$  – длина обслуживаемой автомобильной дороги, км;  
 $n$  – число проходов снегоочистителей, необходимое для полной уборки снега с половины ширины дорожного полотна,  $n = 3$ ;  
 $V$  – рабочая скорость снегоочистителя,  $V = 30 \dots 40$  км/ч;  
 $K_n$  – коэффициент использования машины в течение смены,  $K_n = 0.7$ ;

$t_n$  – время между проходами снегоочистителей,  $t_n = 5$  ч.

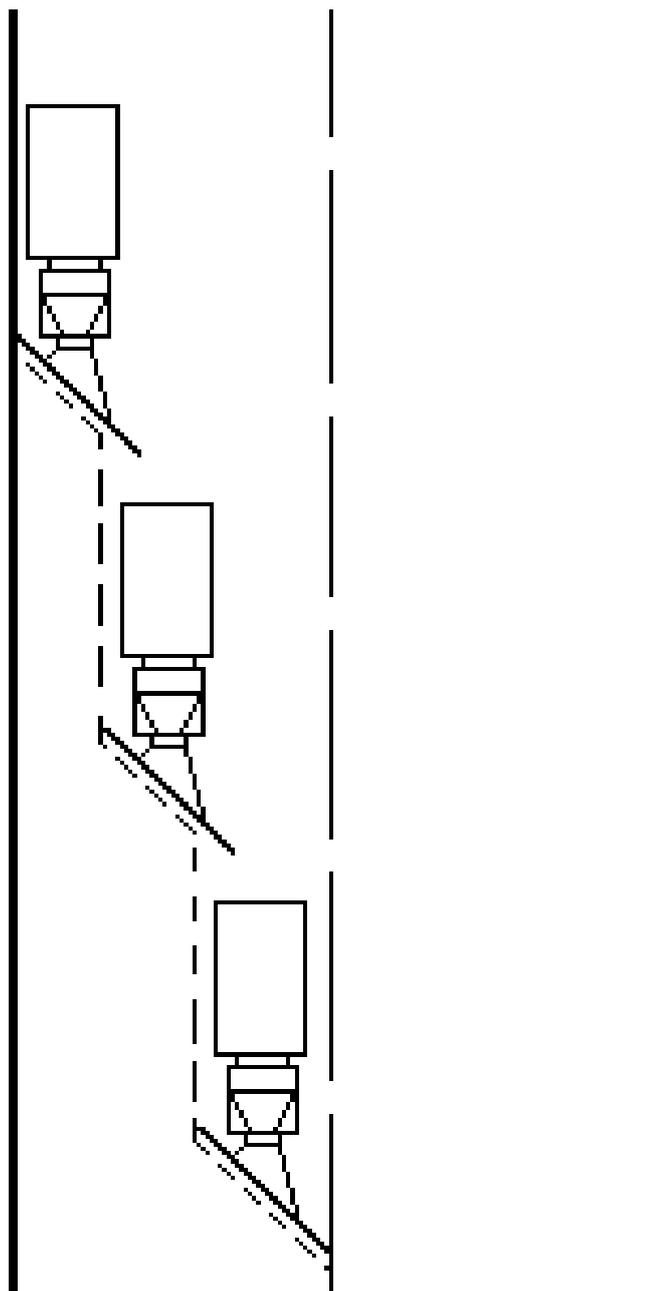


Рисунок 2.1. Очистка дорог от оси к обочине

Варианты задания для студентов сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Варианты заданий

1	$L = 5; n = 2; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
2	$L = 5; n = 3; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
3	$L = 5; n = 4; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
4	$L = 5; n = 5; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
5	$L = 10; n = 2; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
6	$L = 10; n = 2; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 3$
7	$L = 10; n = 2; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 4$
8	$L = 10; n = 2; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 5$
9	$L = 15; n = 2; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
10	$L = 15; n = 3; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
11	$L = 15; n = 4; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
12	$L = 15; n = 5; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
13	$L = 20; n = 5; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
14	$L = 20; n = 4; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 3$
15	$L = 20; n = 3; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 4$
16	$L = 20; n = 2; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 5$
17	$L = 25; n = 2; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 2$
18	$L = 25; n = 3; V = 30; K_{и} = 0.7; t_n = 3$

Вывод: для патрульной очистки от снега 20 км дороги потребуется один автомобиль с одноотвальным скоростным плужным снегоочистителем Д-666.

### Практическая работа №3

## СОСТАВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕГО РАБОТЫ

### 1. Цель работы.

Целью работы является получение студентами навыков составления оптимальных маршрутов движения подвижного состава и оценка основных показателей его работы.

В работе заданы расстояния между автотранспортным предприятием, центральным складом, вторым и третьим цехами, эксплуатационная скорость движения автомобиля, его тип и грузоподъемность, время, затрачиваемое на погрузку и выгрузку 1 тн груза, массы грузов, которые необходимо перевезти между названными подразделениями. Для облегчения решения задачи ниже приведен пример решения. Номер варианта определяется по сумме двух последних цифр номера зачетной книжки.

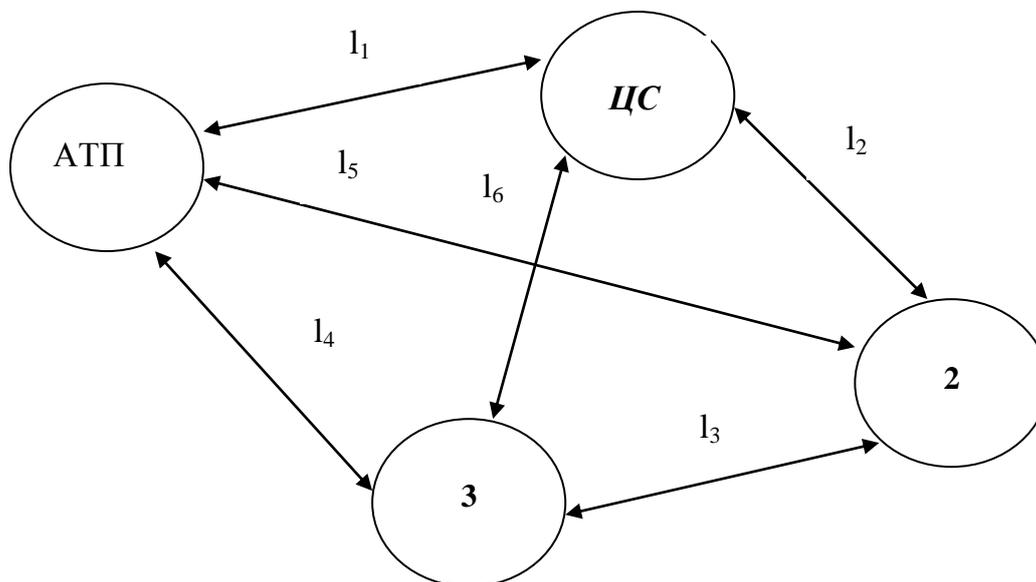


Рисунок 3.1- Расчетная схема

### Задано:

- время погрузки 1 тн груза – 12 мин;
- время выгрузки 1 тн груза – 12 мин;
- автомобиль ГАЗ-53, грузоподъемность – 4 тн;

– остальные данные приведены в таблицах 3.2 и 3.3.

Требуется:

– определить *оптимальный* маршрут движения автомобиля по его минимальному пробегу за время нахождения в наряде;

– составить граф-схему оптимального маршрута (смотри рисунок 2 в примере решения);

– определить время нахождения транспортного средства в наряде -  $t_{нар}$ , коэффициент использования пробега -  $K_{ип}$ , коэффициент использования грузоподъемности -  $K_{ип}$ , транспортную работу -  $P$ , производительность транспортного средства -  $\Pi$ .

Таблица 3.2 - Варианты задания

Номер варианта	$l_1$ км	$l_2$ км	$l_3$ км	$l_4$ км	$l_5$ км	$l_6$ км	$V_3$ км/час
1	5	2	5	6	6	6	30
2	6	3	5	6	8	6	30
3	7	4	5	8	10	7	35
4	8	2	5	6	8	5	40
5	9	3	10	12	10	10	20
6	10	4	10	12	12	12	45
7	5	2	10	10	6	10	30
8	6	3	10	10	8	10	35
9	7	4	10	12	10	12	40
10	8	5	10	13	10	14	35
11	9	2	10	11	10	10	50
12	10	4	5	8	12	8	30
13	5	5	5	8	8	7	40
14	2	10	3	8	10	6	30
15	4	10	2	10	10	4	35
16	4	8	2	8	10	8	40
17	5	8	2	8	8	8	30
18	4	6	2	8	10	6	20

Примечание (номер варианта контрольной работы определяется по сумме двух последних цифр зачетной книжки студента).

Таблица 3.3 - Варианты задания. Маршруты. Масса груза

Номер варианта	Направление перевозки	Масса перевозимого груза, тн
1 – 4	ЦС → 2	1
	2 → 3	3
	2 → ЦС	2
	3 → 2	2
5 – 8	ЦС → 3	3
	3 → 2	2
	2 → ЦС	1
	ЦС → 2	2
9 – 12	3 → ЦС	4
	ЦС → 3	2
	2 → 3	2
	2 → ЦС	1
13 – 18	ЦС → 3	3
	3 → 2	3
	2 → ЦС	2
	ЦС → 2	1

Примечание (номер варианта контрольной работы определяется по сумме двух последних цифр зачетной книжки студента).

## 2. Теоретическая часть.

Время погрузки и разгрузки:

$$t_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n M_i t_n + \sum_{i=1}^n M_i t_p, \text{ час}; \quad (3.1)$$

где  $M_i$  – масса груза;  $t_n$ ,  $t_p$  – соответственно время погрузки и разгрузки 1 т груза.

Время нахождения транспортного средства в наряде:

$$t_{\text{нар}} = t_{\text{пр}} + \sum_{i=1}^K l_i / V_{\text{э}}, \text{ час}; \quad (3.2)$$

где  $\sum_{i=1}^K l_i$  – расстояние, пройденное транспортным средством.

Коэффициент использования грузоподъемности:

$$K_{\text{иг}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^K M_i / G; \quad (3.3)$$

где  $n$  – число ездов с грузом;

$M_i$  – масса груза при каждой езде;

$G$  – грузоподъемность автомобиля.

Коэффициент использования пробега:

$$K_{\text{ип}} = \frac{l_{\text{зр}}}{l_{\text{зр}} + l_{\text{пор}}}; \quad (3.5)$$

где  $l_{\text{пор}}$  – расстояние, пройденное автомобилем без груза за время нахождения в наряде.

Транспортная работа:

$$P = \sum_{i=1}^K M_i l_i, \text{ м} \cdot \text{км}; \quad (3.6)$$

Производительность транспортного средства:

$$\Pi = \frac{P}{t_{\text{нар}}}, \frac{\text{тн} \cdot \text{км}}{\text{час}}. \quad (3.7)$$

### ЗАДАНИЕ 3

$l_1 = 2 \text{ км}; l_2 = 6 \text{ км}; l_3 = 6 \text{ км}; l_4 = 3 \text{ км}; l_5 = 5 \text{ км}; l_6 = 7 \text{ км}; V_3 = 20 \text{ км/час}.$

По рассматриваемому примеру необходимо перевезти груз массой:

- |                                     |      |         |
|-------------------------------------|------|---------|
| 1) с центрального склада во 2-й цех | ЦС→2 | – 2 тн; |
| 2) с 3-го цеха во 2-й цех           | 3→2  | – 2 тн; |
| 3) с 2-го цеха в 3-й цех            | 2→3  | – 1 тн; |
| 4) с 3-го цеха на Центральный склад | 3→ЦС | – 2 тн. |

### Литература

1. Ходош М.С. Грузовые автомобильные перевозки. М., Транспорт, 1986.
2. Шишков В.И., Пиньковецкий С.У., Калашников Ю.В., Экспедиционное обслуживание предприятий и организаций автомобильным транспортом. М., Транспорт, 1982.
3. Батищев А.И. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте. М., Транспорт, 1988.
4. Гаранина Л.И., Савульчик Б.В., и др. Организация транспортно-экспедиционного обслуживания населения. М., Транспорт, 1978.
5. Тростянецкий Б.Д. Автомобильные перевозки (задачник). М., Транспорт, 1988.
6. Устав автомобильного транспорта РФ. М., Транспорт, 1989.
7. Правила перевозки грузов автомобильным транспортом. М., Транспорт,

1990.

8. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. М., Транспорт, 1990.

9. Беляев В.М. Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом.

М., Транспорт, 1987.

10. Палий А.И. Половинщиков З.В. Автомобильные перевозки (задачник). М., Транспорт, 1982.

11. Бабков В.Ф. Автомобильные дороги. М., Транспорт, 1983.

#### Практическая работа №4

#### РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Цель работы – рассчитать зарплату шоферам и экскаваторщику за произведенную работу. При проведении расчетов следует учесть время и расстояние, которое затрачивает шофер при возвращении обратно.

При строительстве нового объекта необходимо вырыть котлован под фундамент и отвезти вынутый грунт за город.

#### ЗАДАНИЕ 4

1. Рассчитать объем вынутого грунта под фундамент;
2. Рассчитать сколько потребуется рейсов грузовику, чтобы вывести весь грунт (в грузовик вмещается  $5 \text{ м}^3$ .);
3. Рассчитать потребность бензина для поездок грузовика (12 л. на 100 км – цена за 1 л бензина – 25 руб.);
4. Рассчитать оплату труда за выполненную работу шоферу и экскаваторщику;
5. Рассчитать сколько времени потребуется экскаваторщику для выемки данного грунта (в ковш вмещается  $0.5 \text{ м}^3$ ), наполняемость ковша 80%. Время, затрачиваемое экскаваторщиком на высыпку одного ковша 1 мин.

Варианты задания для студентов сведены в таблицу 4.1.

Таблица4.1 - Варианты задания

№ п/п	Площадь фундамента, м	Глубина фундамента, м	Расстояние отвозимого грунта, км	Зарплата шофера и экскаваторщика в месяц, по... руб.
1	10 x 10	1.0	10	10000
2	11 x 11	1.1	20	10500
3	12 x 12	1.2	30	11000
4	13 x 13	1.3	40	11500
5	14 x 14	1.4	50	12000
6	15 x 15	1.5	60	12500
7	16 x 16	1.6	70	13000
8	17 x 17	1.7	80	13500
9	18 x 18	1.8	90	14000
10	19 x 19	1.9	100	14500
11	20 x 20	2.0	110	15000
12	21 x 21	2.1	120	15500
13	22 x 22	2.2	130	16000
14	23 x 23	2.3	140	16500
15	24 x 24	2.4	150	17000
16	25 x 25	2.5	160	17500
17	26 x 26	2.6	170	18000
18	27 x 27	2.7	180	18500

ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ ПУНКТЫ И ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

1. Теоретическая часть.

Погрузочно-разгрузочные пункты подразделяются по ряду признаков. По виду выполняемых работ различают: погрузочные (грузообразующие), разгрузочные (грузопоглащающие); разгрузочно-погрузочные (грузопоглащающие, грузообразующие, транзитные).

По характеру работы пункты бывают: постоянные (регулярно работающие длительное время – торговые базы, элеваторы); временные (работают регулярно, но сезонно или работают непрерывно, но сравнительно недолго (склады строительных объектов)).

По назначению пункты делятся на универсальные, предназначенные для широкого ассортимента грузов, и специализированные – для отдельного вида грузов или группы грузов.

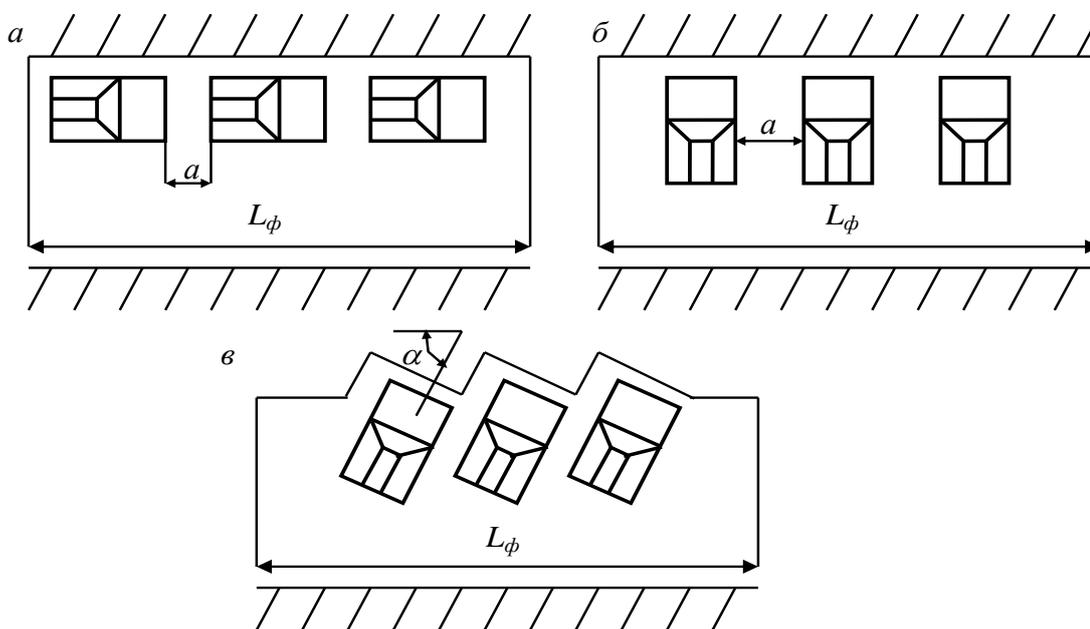


Рис. 1. Способы расстановки автомобилей при погрузке  
 а — боковой, б — торцевой, в — ступенчатый

Для выполнения операций по приему и отправлению грузов пункты имеют посты, которые включают подъездные пути, площади для маневрирования, складские помещения, оборудование для взвешивания грузов.

Посты группируются на одной или нескольких площадях. В пределах каждой площадки посты образуют фронт  $L_{\phi}$  погрузки (разгрузки). В пределах фронта погрузки (разгрузки) различают боковую, торцевую и ступенчатую расстановку автомобилей.

Боковая расстановка автомобилей сокращает маневрирование увеличивает фронт проведения погрузочно-разгрузочных работ. Такая расстановка наиболее благоприятна для автомобилей (тягачей) работающих с прицепом (рис. 1, а).

Общая длина фронта погрузки определяется формулой:

$$L_{\phi} = L_a X + a(X + 1); \quad (5.1)$$

где  $L_a$  – длина автомобиля,  $X$  – число постов,  $a$  – расстояние между автомобилями, ( $a > 1$  м).

Торцевая расстановка автомобилей сокращает фронт работы (рис. 1, б). Однако при этой расстановке неудобна и малопроизводительна погрузка и разгрузка автомобилей, так как производится только через заднюю часть кузова.

$$L_{\phi} = B_a X + \alpha(X + 1); \quad (5.2)$$

где  $B_a$  – ширина автомобиля.

Ступенчатая расстановка автомобилей позволяет производить погрузку через борт и заднюю часть кузова, что облегчает и ускоряет работу (рис. 1, в).

$$L_{\phi} = \frac{B \cdot X + a(X + 1)}{\cos \alpha}; \quad (5.3)$$

Производительность погрузочно-разгрузочного пункта оценивается часовой пропускной способностью или в количествах тонн груза погруженного (разгруженного) в час.

Пропускная способность пункта зависит от пропускной способности каждого поста. Пропускная способность одного поста, выраженная в погруженных (разгруженных) автомобилях в час, определяется формулой

$$A_{n(p)} = \frac{1}{t_{n(p)}}; \quad (5.4)$$

где  $A_{n(p)}$  – количество погруженных (разгруженных) автомобилей на посту за один час, авт/ч.;

$t_{n(p)}$  – время погрузки (разгрузки) одного автомобиля, ч.

Часовая пропускная способность пункта, имеющего  $n_{n(p)}$  постов, выраженная в количестве обслуженных автомобилей в час, определяется отношением

$$\Sigma A_{n(p)} = \frac{n_{n(p)}}{t_{n(p)}}; \quad (5.5)$$

Пропускная способность поста и погрузо-разгрузочного пункта, выраженная в тоннах груза перерабатываемого в час, соответственно определяется по зависимости:

$$Q_{n(p)} = \frac{q \cdot \gamma}{t_{n(p)}} \quad \text{и} \quad \Sigma Q_{n(p)} = \frac{q \cdot \gamma \cdot n_{n(p)}}{t_{n(p)}}; \quad (5.6)$$

где  $Q_{n(p)}$  – количество погруженных (разгруженных) тонн груза на посту за

час.

### ЗАДАНИЕ 5.

Необходимо рассчитать величины  $A_{n(p)}$ ,  $Q_{n(p)}$  и  $\Sigma A_{n(p)}$ , используя значения в таблице 5.4 и параметры автомобиля «МАЗ», «КаМАЗ» или «ЗИЛ» усмотрения студента.

Таблица 5.4 - Варианты задания

№ п/п	X,ед.	$\alpha$ ,град.	a,м.	$t_{n(p)}$ Ч.	$n_{n(p)}$ ед.
1	2	10	1	0.5	2
2	3	15	1.1	0.75	3
3	4	20	1.2	1.0	4
4	5	25	1.3	1.25	5
5	6	30	1.4	1.5	6
6	7	35	1.5	1.75	2
7	8	40	1.6	2.0	3
8	9	45	1.7	0.5	4
9	10	50	1.8	0.75	5
10	11	55	1.9	1.0	6
11	12	60	2.0	1.25	2
12	13	65	2.1	1.5	3
13	14	70	2.2	1.75	4
14	15	75	2.3	2.0	5
15	16	80	2.4	0.5	6
16	2	80	2.4	0.75	2
17	3	75	2.3	1.0	3
18	4	70	2.2	1.25	4

Используемые при расчетах величины:

$\gamma = 1.2$  – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля;

$q$  – грузоподъемность автомобиля, т; (выбирается из справочника);

Величины  $L_a$  ( $B_a$ ) – длина (ширина) автомобиля, м выбираются из справочников, в зависимости от выбранной модели автомобиля.

Практическая работа №6  
ТЕХНИКО – ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА  
(задания 6.1-6.5)

Обозначения:

- $A_{сп}$ ,  $AД_{сп}$  – списочный парк, ед., автомобиле-дни (а-д);  
 $A_t$ ,  $AД_t$  - численность технически исправного подвижного состава, ед., а-д;  
 $A_p$ ,  $AД_p$  - численность подвижного состава, находящегося в ремонте и на техническом обслуживании, ед., а-д;  
 $A_n$ ,  $AД_n$  - численность подвижного состава, находящегося на простое, ед., а-д;  
 $A_э$ ,  $AД_э$  - численность подвижного состава, находящегося в эксплуатации, ед., а-д;  
 $AД_{рд}$  – численность списочного парка за рабочие дни расчётного периода, а-д;  
 $\alpha_t$  – коэффициент технической готовности;  
 $\alpha_v$  – коэффициент выпуска на линию;  
 $\alpha_{т}$  – коэффициент использования подвижного состава;  
 $q_n$  – номинальная грузоподъемность автомобиля (прицепа, автопоезда), тн;  
 $q_{ф}$  – масса фактически перевозимого груза, тн;  
 $\gamma$  - статистический коэффициент использования грузоподъемности;|  
 $\gamma_d$  - статистический коэффициент использования грузоподъемности;|  
 $L$ ,  $L_t$ ,  $L_x$ ,  $L_n$  - пробег автомобиля общий, с грузом, холостой, нулевой соответственно, км;  
 $l_m$ ,  $l_{ег}$ ,  $l_x$ ,  $l_n$  - длина маршрута, пробег с грузом за езду, холостой за езду, нулевой, км;  
 $n_e$ ,  $n_o$  - число ездов, оборотов;  
 $\beta$ ,  $\beta_e$ ,  $\beta_{рд}$  - коэффициент использования пробега, коэффициент использования пробега за езду, за рабочий день;  
 $T_n$ ,  $T_m$ ,  $T_{дв}$  - время работы водителя в наряде, на маршруте, в движении за день, период, час;  
 $t_e$ ,  $t_o$ ,  $t_n$ ,  $t_d$ ,  $t_{п.р}$  - время выполнения ездки, оборота, на нулевой пробег, в движении, на выполнение погрузочно-разгрузочных работ и простой по другим причинам, час;  
 $T_c$  - время, затрачиваемое на перевозку груза (сообщения, доставки), час;  
 $V_t$ ,  $V_э$ ,  $V_c$  - скорость техническая, эксплуатационная, доставки груза (сообщения) соответственно, км/час;

$U_e, U_{\text{ч}}, U_{\text{рд}}$  - производительность транспортного средства, парка подвижного состава за езду, часовая, за рабочий день, соответственно тн, тн/ч, тн/рд;

$W_e, W_{\text{ч}}, W_{\text{рд}}$  - производительность учитываемая в тн·км, тн·км/ч, тн·км/рд;

$Q$  - объем перевозок, тн;

$P$  - грузооборот, тн·км;

$W_T$  - выработка на одну среднесписочную автомобиле-тонну в тоннах;

$W_{\text{ТКМ}}$  - то же в тонно-километрах.

### 1. Теоретическая часть.

6.1. Списочный парк автомобилей включает подвижной состав исправный, находящийся в ремонте и техническом обслуживании, Исправный подвижной состав назначается на работу (в наряде, в эксплуатации) и может простаивать по каким либо причинам:

$$A_{cn} = A_m + A_p; \quad АД_{cn} = АД_m + АД_p; \quad (6.1)$$

$$A_m = A_{\text{э}} + A_n; \quad АД_m = АД_{\text{э}} + АД_n; \quad (6.2)$$

Состояние парка подвижного состава оценивается коэффициентами:

$$a_m = A_m / A_{cn}; \quad a_m = АД_m / АД_{cn}; \quad (6.3)$$

$$a_{\text{э}} = A_{\text{э}} / A_{cn}; \quad a_{\text{э}} = АД_{\text{э}} / АД_{cn}; \quad (6.4)$$

6.2. Показатели использования грузоподъемности:

$$A_u = АД_{\text{э}} / АД_{\text{рд}}; \quad (6.5)$$

$$\gamma = q_{\text{ф}} / q_n; \quad (6.6)$$

$$\gamma_{\text{д}} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{\text{ф}i} \cdot l_{\text{ез}i}}{q_n \cdot \sum_{i=1}^n l_{\text{ез}i}}; \quad (6.7)$$

6.3. За время наряда автомобиль совершает пробег к месту первой погрузки, выполняет несколько ездов (оборотов) по перевозке от грузоотправителей грузополучателям и возвращается в парк:

$$L = l_n + L_m; \quad L_m = L_{\text{э}} + L_x; \quad (6.8)$$

Коэффициент использования пробега:

$$\beta_{\text{рд}} = L_{\text{э}} / L; \quad \beta_{\text{э}} = l_{\text{э}} / (l_{\text{э}} + l_x); \quad (6.9)$$

6.4. При совершении ездки автомобиль загружают, выполняют перевозку груза, выгружают груз и подают к месту очередной

загрузки. Кроме того, автомобиль может простаивать в ожидании погрузки или выгрузки, при оформлении передачи груза и по другим причинам:

$$t_e = t_{об} + t_n + t_p + t_{np}; \quad (6.10)$$

Воспользовавшись коэффициентами использования пробега (формула 6.9) и обозначив  $t_{n-p} = t_n + t_p + t_{np}$ , получим

$$t_e = \frac{l_{еэ}}{\beta_e \cdot V_m} + t_{n-p}; \quad (6.11)$$

6.5. Время простоя подвижного состава при его загрузке (разгрузке) может быть определено по формуле

$$t_{n-p} = t_{n(p)} \cdot K_n + t_{np}; \quad (6.12)$$

где  $t_{n(p)}$  - время, затрачиваемое непосредственно на загрузку (разгрузку) транспортного средства, час;

$K_n$  - коэффициент неравномерности подачи подвижного состава под погрузку (разгрузку);

$t_{np}$  - время, затрачиваемое на ожидание загрузки (разгрузки), постановку транспортного средства на погрузочно - разгрузочный пост, подготовку его к загрузке (разгрузке), пересчет грузовых мест, взвешивание, оформление сопроводительной документации и другие операции.

6.6. Число ездов (оборотов) за рабочий день:

$$n_e = \frac{T_n - t_n}{t_e}; n_o = \frac{T_n - t_n}{t_o}; \quad (6.13)$$

6.7. Расчетная скорость движения:

$$\text{техническая: } V_m = L / T_{об}; \quad (6.14)$$

$$\text{эксплуатационная: } V_э = L / T_n; \quad (6.15)$$

$$\text{сообщения: } V_c = L_c / T_c; \quad (6.16)$$

Время сообщения

$$T_c = t_n + T_{об} + t_p; \quad (6.17)$$

Скорость доставки (сообщения) определяется при необходимости сравнения этого показателя с аналогичным на других видах транспорта.

## 6.8. Производительность подвижного состава

Таблица 6.1 - Производительность подвижного состава

В тоннах	В тонно-километрах	№ формулы
За езду		
$U = q_n \cdot \gamma$	$W_e = U_e \cdot l_{e2}$	(6.18)
Часовая		
$U_ч = q_n \cdot \gamma / t_e$	$W_ч = U_ч \cdot l_{e2}$	(6.19)
За смену, время в наряде		
$U_{p\partial} = q_n \cdot \gamma \cdot n_e$	$W_{p\partial} = U_{p\partial} \cdot l_{e2}$	(6.20)

## 6.9. Объем транспортной работы;

объем перевозок

$$Q = АД_{СП} \cdot \alpha_в \cdot U_{p\partial}; \quad (6.21)$$

грузооборот

$$P = Q \cdot l_{e2}; \quad (6.22)$$

## 6.10. Выработка на одну среднесписочную тонну грузоподъемности:

за рабочий день

$$B_m^{p\partial} = \frac{Q}{АД_{сн} \cdot q_n}; B_{ткм}^{p\partial} = \frac{P}{АД_{сн} \cdot q_n}; \quad (6.23)$$

за период

$$B_m = \frac{Q}{A_{сн} \cdot q_n}; B_{ткм} = \frac{P}{A_{сн} \cdot q_n}; \quad (6.24)$$

*Примечание:*  $l_{e2}$ ,  $q_n$ ,  $A_{сн}$  - средние значения соответственно  $l_{ег}$ ,  $q_n$ ,  $A_{сп}$

### ЗАДАНИИ 6.1

Определить плановые технико-экономические показатели состава парка, если на конец текущего года на балансе предприятия числится 100 автомобилей, в 1 квартале планируется приобрести 10 автомобилей и списать с баланса 5, во втором соответственно - 7 и 9, в третьем 3 и 4, и четвертом - 4 и 8.

В техническом обслуживании и ремонте по опыту текущего года ежедневно находились 14 автомобилей, простаивали в связи с отсутствием водителей и по другим причинам 5 автомобилей.

На этапе планирования на будущий год принимается, что подвижной состав поступает и списывается в середине квартала. Для прибывающего подвижного состава выделяется 7 дней на ввод его в эксплуатацию (получение, регистрация, обкатка).

### ЗАДАНИЕ 6.2

Автомобиль за смену совершает три оборота по перевозке грузов от грузоотправителей А и С получателям В и D (рис. 6.1). Расстояния показаны на схеме, вид груза и подвижной состав по результатам расчетов задания 1 (на участке АВ - вид груза 1, CD - 2). Определить показатели использования подвижного состава по пробегу.

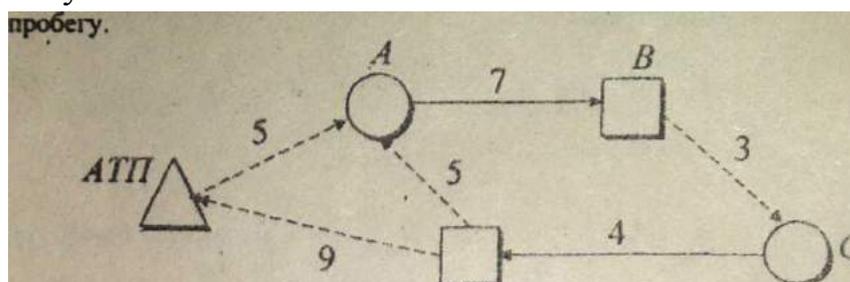


Рисунок 6.1. Схема перевозок

К показателям использования подвижного состава по пробегу для данного примера можно отнести:

- пробег общий ( $L$ );
- пробег за оборот ( $I_{об}$ );
- пробег с грузом соответственно за рабочий день ( $L_r$ ) и за оборот ( $I_{об.r}$ );
- коэффициент использования пробега за рабочий день ( $\beta_{рд}$ ) и за оборот ( $\beta_o$ ).

$$I_{об} = I_{AB} + I_{BC} + I_{CD} + I_{DA};$$

$$I_{об.r} = I_{AB} + I_{CD};$$

$$\beta_o = I_{об.r} / I_{об};$$

$$L = I_{АТП-А} + 3 \times I_{об} - I_{DA} + I_{D-АТП};$$

$$L_r = 3 \times (I_{AB} + I_{CD});$$

$$\beta_{рд} = L_r / L;$$

### ЗАДАНИЕ 6.3

Определить показатели использования подвижного состава по времени: время наряда ( $T_n$ ), время работы на маршруте ( $T_m$ ), время в движении ( $T_{дв}$ ), среднее время

одной ездки ( $t_{e,cp}$ ), одного оборота ( $t_{об,cp}$ ) и расчетные скорости: техническую ( $V_T$ ) и эксплуатационную ( $V_Э$ ), используя данные:

схема перевозок - рис. 6.1;

данные о работе водителя и автомобиля приведены фрагментами путевого листа (табл. 6.2 и 6.3).

Таблица 6.2 - Фрагмент путевого листа «Работа водителя и автомобиля»

Операция	Время по графику				Нулевой пробег, км	Показания спидометра, км	Время фактическое, число, месяц, час, мин
	число	месяц	час	мин			
1	2	3	4	5	6	7	8
Выезд из гаража	07	02	08	15	5	45832	07.02_08.20
Возвращение в гараж	07	02	17	30	9	45900	07.02_17.25

Таблица 6.3 - Фрагмент пут. листа «Последовательность выполнения задания»

Пункт погрузки, разгрузки и перецепки прицепов	Номер ездки	Прибытие			Убытие	
		число	час	мин	час	мин
26	27	28	29	30	31	32
A	1	07.02	08	32	09	00
B	2		09	17	09	42
C	3		09	50	10	18
D	4		10	28	10	50
A	5		11	02	11	30
B	6		11	45	12	10
C	7		13	20	13	50
D	8		14	00	14	20
A	9		14	34	15	00
B	10		15	20	15	42
C	11		15	50	16	20
D	12		16	30	16	50

#### ЗАДАНИЕ 6.4

Определить производительность, возможный объем перевозок и грузооборот при перевозке тарно-штучных грузов.

Марка автомобиля и транспортная характеристика груза - в соответствии с заданием 1.2 (таблица 1.3).

Значения скорости ( $V_T$ ) принять по результатам решения задания 6.3.

Норму времени на погрузочно-разгрузочные работы принять: для бортовых автомобилей грузоподъемностью до 1тн включительно 12 мин , свыше 1тн - за каждую полную или неполную тонну груза добавляется 2 минуты дополнительно, пересчет грузовых мест - 4 минуты, оформление путевой документации - 5 минут, коэффициент неравномерности подачи подвижного состава под погрузку и выгрузку  $K_n = 1,1$ .

Схема перевозок приведена на рисунке 6.2. A

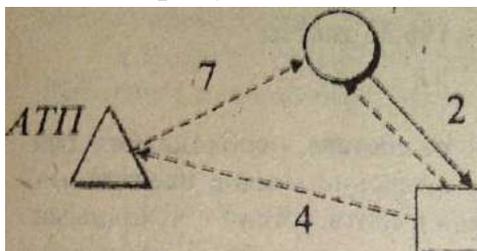


Рисунок 6.2 - Схема перевозок тарно-штучных грузов

### ЗАДАНИЕ 6.5

Определить количество подвижного состава, необходимого для обеспечения бесперебойной перевозки в течение месяца навалочных грузов. Вид подвижного состава и грузов в соответствии с исходными данными по заданию 1 - табл. 1.2. Расстояния и объем перевозок приведены на рисунке 6.3 и в таблице 6.4, номер варианта тот же, что и в задании 1.1.

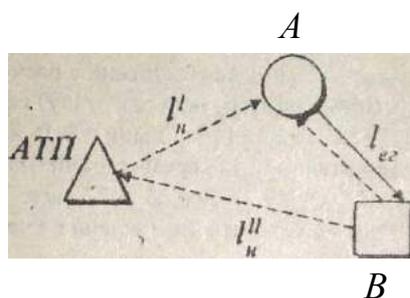


Рисунок 6.3 - Схема перевозки

В соответствии с исходными данными по заданию 1.1, в нижеприведенном примере определяется потребность в автомобилях КамЛЗ-55111 для перевозки угля и щебня. Вместимость автомобиля составляет: при перевозке угля -  $7,5 \text{ м}^3$ , при перевозке щебня -  $6,84 \text{ м}^3$ .

Расстояния перевозки:  $l_{н1} = 6 \text{ км}$ ,  $l_{н2} = 9 \text{ км}$ ,  $l_{ер} = 12 \text{ км}$ .

Объем перевозки: угля -  $900 \text{ м}^3$ , щебня -  $1800 \text{ м}^3$ .

Таблица 6.4 - Варианты заданий

Вариант	Расстояние перевозки			Объем перевозки	
	$l_{n1}$	$l_{n2}$	$l_{er}$	Вид груза	
				1	2
1	7	12	15	1000	2000
2	9	8	14	1200	2500
3	12	8	16	1150	2600
4	5	17	20	1300	2200
5	11	12	18	1400	2100
6	8	8	12	1200	2700
7	9	9	15	1600	2600
8	10	15	17	1550	2200
9	7	12	19	1300	2250
10	8	17	13	1400	2300
11	6	14	18	1200	2600
12	10	9	12	1600	2500
13	8	10	15	1550	2400
14	5	16	17	1100	2500
15	7	12	15	1000	2000
16	6	14	14	1200	2600
17	8	17	16	1150	2500
18	12	9	20	1300	2250

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Волгин. Создание и спецификация: Практическое пособие. – 2-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2005. – 620 с.
2. Касаткин Ф. П., Коновалов С. И., Касаткина Э. Ф. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса. – М.: Академический Проект. 2004. – 352 с.
3. Логистические транспортно-грузовые системы. Учебник для студ. высш. учебн. заведений. / В. И. Апатцев, С. Б. Лёвин, В. М. Николашин и др.: Под ред. В. М. Николашина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 304 с.

4. Положение и лицензировании перевозок автомобильным транспортом пассажиров и грузов в международном сообщении, а также грузов в пределах РФ. Утверждено постановлением правительства РФ от 16.03.97 №322.
5. Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом. Утверждено Министерством транспорта РФ. – М.: Транспорт, 1996 – 98 с.
6. Правила перевозки грузов автомобильным транспортом. – М.: Транспорт, 1984 – 167 с.
7. Устав автомобильного транспорта – М.: Транспорт, 1982. – 64 с.
8. Федеральный закон о лицензировании отдельных видов деятельности. №128 – ФЗ от 8.08.01. г.

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Перед началом выполнения комплекса лабораторных работ для студентов (курсантов) необходимо провести:

- вводный инструктаж по безопасности труда;
- первичный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте.

Вводный и первичный инструктаж регистрируются в журнале вводного и первичного на рабочем месте инструктажей по безопасности труда.

2. Состояние учебных и рабочих мест, размещение, содержание и эксплуатация в учебных лабораториях приборов, установок, стендов, тренажеров, инструментов, лабораторного и другого оборудования должно соответствовать правилам и нормам техники безопасности и производственной санитарии.

3. Лабораторные занятия должны проводиться при безусловной безопасности их выполнения и наличия оборудования, если оно необходимо для качественного выполнения работы, соответствующего требованиям охраны труда, технике безопасности и допущены преподавателем.

4. Студенты (курсанты) обязаны выполнять только ту работу, по которой проинструктированы по технике безопасности и допущены преподавателем.

5. За нарушение инструкции по охране труда и технике безопасности в лаборатории виновные лица несут административную, финансовую или уголовную ответственность в зависимости от характера и последствий нарушения.

Соблюдение правил безопасности является необходимым условием предупреждения производственных травм.

---

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

**К.П.Андреев, А.В.Шемякин.**

# **Транспортная инфраструктура**

**Методические указания и задания  
по выполнению практических работ**

для студентов очной и заочной форм обучения  
по направлению подготовки  
23.03.01 - Технология транспортных процессов  
профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань  
Издательство РГАТУ  
2023

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	4
Практическая работа № 1 Определение категории дороги по схеме участка	5
Практическая работа № 2 Определение параметров городской улицы . . . .	9
Практическая работа № 3 Определение параметров нерегулируемого перекрестка и его канализование . . . . .	21
Практическая работа № 4 Определение пропускной способности регулируемого перекрестка . . . . .	32
Практическая работа № 5 Определение основных показателей улично-дорожной сети города . . . . .	39
Практическая работа № 6 Определение планировочных характеристик тротуаров и пешеходных переходов . . . . .	51
Практическая работа № 7 Оценка безопасности дорожного движения на участке улично-дорожной сети . . . . .	56
Библиографический список . . . . .	72

## ВВЕДЕНИЕ

Практические работы по дисциплине «Транспортная инфраструктура» направлены на закрепление лекционного материала и формирование навыков инженерных расчетов различных планировочных элементов городской улично-дорожной сети.

Все работы выполняются индивидуально каждым студентом в тетради, согласно варианту задания. Рабочая тетрадь должна иметь оформленный титульный лист. Номер варианта определяется по последней цифре зачетной книжки. Преподаватель вправе самостоятельно назначить номер варианта задания (например, согласно порядковому номеру в списке студенческой группы).

К началу следующего занятия студент должен оформить и сдать завершённый вариант выполненной работы. Защита происходит в форме собеседования со студентом по теоретическим вопросам, относящимся к теме выполненной работы. Подготовка к ответам на контрольные вопросы производится путем самостоятельного изучения соответствующей темы лекции или раздела учебника во внеучебное время и относится к виду самостоятельной работы студентов. В процессе защиты работы студент не должен пользоваться конспектами лекций, практических работ, учебником и т.п.

Работы оцениваются по пятибалльной системе. Общая оценка и итоги по промежуточным аттестациям определяются согласно рейтинговой системе, разработанной и утвержденной на кафедре Организации перевозок и безопасности движения ВГЛТА. Система оценки должна быть доведена до студентов посредством стендового материала. С невыполненными из-за пропуска занятий работами к последующим занятиям студенты не допускаются без особого распоряжения деканата. По пропущенным работам в конце семестра согласовывается и доводится до сведения студентов график отработки занятий.

Выполнение и положительная защита всех работ в установленные сроки является основанием для получения допуска к экзамену. При несданной хотя бы одной работе студент к экзамену по дисциплине «Транспортная инфраструктура» не допускается.

## Практическая работа № 1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ДОРОГИ ПО СХЕМЕ УЧАСТКА

**Введение.** Данная работа посвящена начальному ознакомлению с элементами планировочной структуры улично-дорожной сети (УДС) городов. Объектом исследования является участок УДС, для которого необходимо определить соответствующую категорию на основании визуальной информации и планировочных параметров. По сути, работа направлена на ознакомление с дорогами и улицами городов различных категорий на основании внешней (визуальной) информации, без учета интенсивности движения транспорта.

**Цель работы:** научиться определять категорию городских улиц и автомобильных дорог на основании планировочных характеристик участка.

#### **Задачи работы**

1. Ознакомление с классификацией автомобильных дорог и улиц.
2. Исследовать и определить категорию дороги (улицы) на основании схемы участка.
3. Отразить планировочную схему участка улицы (дороги) с обозначением основных элементов и размеров.
4. Сделать выводы по результатам проведенного исследования с обозначением основных характеристик и категории улицы (дороги).

#### **Исходные данные**

На рисунке 1 изображена схема улично-дорожной сети города *N*. На этой схеме эллипсами обозначены участки улиц, для которых необходимо определить соответствующую им категорию. Все участки пронумерованы согласно номерам вариантов задания. Поэтому каждый студент, зная свой номер варианта, определяет участок исследования и приступает к выполнению работы.

#### **Порядок выполнения работы**

Схема, отраженная на рисунке 1, представлена на стенде. Для выполнения измерений при себе необходимо иметь пластмассовую или деревянную линейку.

Первоочередной задачей является изучение количества полос движения на проезжей части участка, направлений движения транспорта, наличие путей движения маршрутного транспорта, наличие разделительных полос. Все эти данные необходимо отметить в тетради.

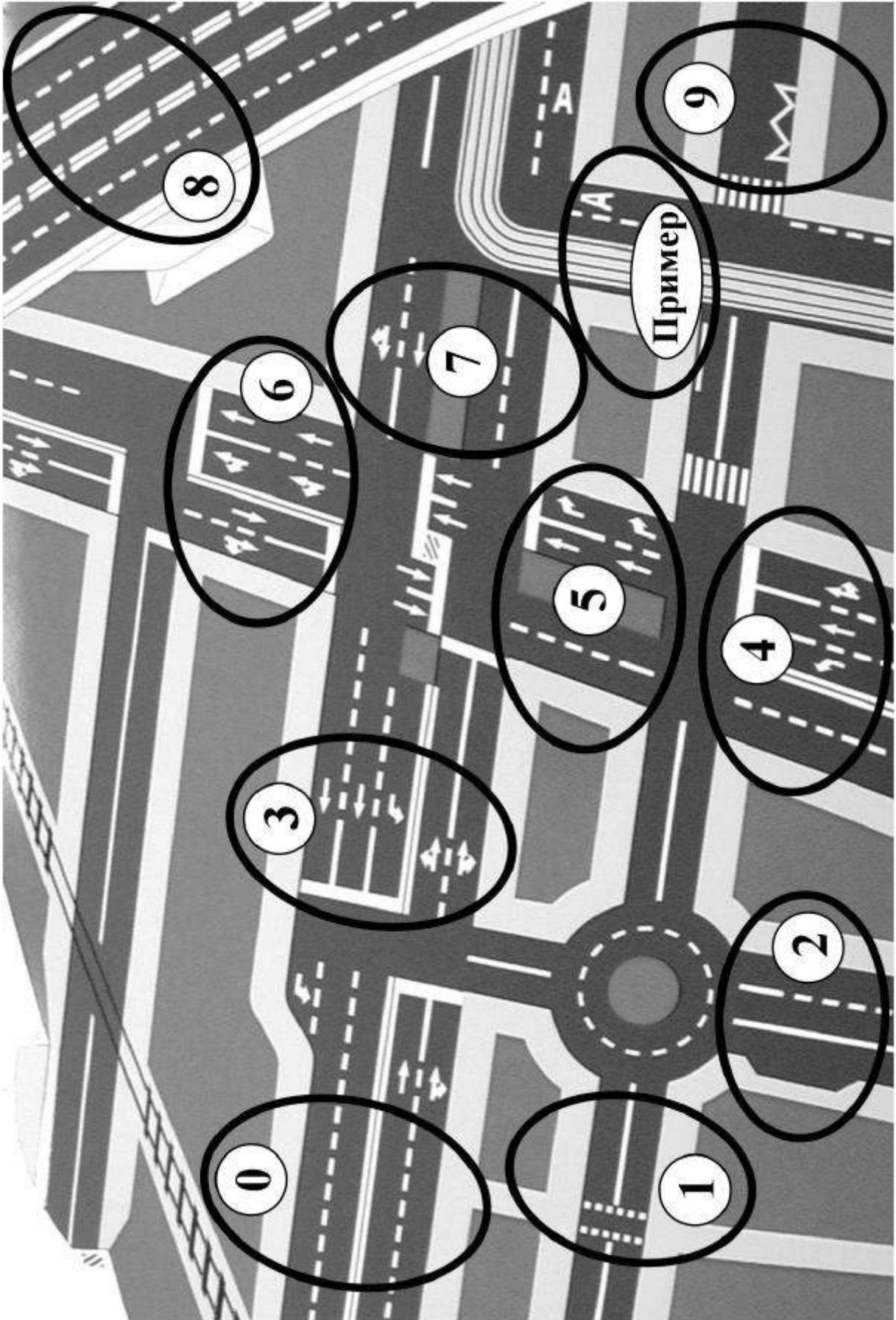


Рис. 1. Схема участка УДС с указанием вариантов задания

Далее, при помощи линейки определяется ширина каждой полосы движения, ширина проезжей части и тротуара. При выполнении измерений следует помнить, что масштаб, в котором выполнена схема, определяется соотношением 1:100 (т.е. 3 см на схеме составляют 3 м на реальном участке). Измерения проводят по оси разметки и краю проезжей части.

Таблица 1

## Категории и параметры городских улиц и автомобильных дорог

Категория дороги (улицы)	Тип улицы (дороги)	Организация движения маршрутного транспорта	Количество полос движения	Ширина полосы движения, м	Ширина проезжей части, м	Минимальная ширина, м	
						разделительной полосы	тротуара
Ia	Магистральная дорога скоростного движения	только экспресс	8	3,75...4,0	30	12...8(5) <sup>(1)</sup>	4,5
	Магистральная улица общегородского значения непрерывного движения	только экспресс	6	3,75...4,0	23		
Iб	То же регулируемого движения	в исключительных случаях	4	3,75...4,0	15	12...6(5)	3,0
II	Улица районного значения регулируемого движения	разрешена	2...4	3,5...3,75	15...7,5	2,5	2,25
III	Улица районного значения:	разрешена, спецполосы	2...3 <sup>(2)</sup>	3,5	7...10,5	–	1,5
	а) транспортно-пешеходно-транспортная			4,0	7,5...8		
IV	Улица местного значения	разрешена	2	3	6	–	1,5
V	Проезды: основные и второстепенные	запрещена	2...1	–	4,5	–	0,75

Примечание: <sup>(1)</sup> С учетом использования одной полосы для стоянок легковых автомобилей; значения в скобках используются при реконструкции в городах с тесной застройкой.

<sup>(2)</sup> Третью полосу вводят исключительно для парковки автомобилей (СНиП 2.07.01-89).

На основании результатов проведенных измерений, сравнивают полученные значения геометрических параметров с нормативными (табл. 1). По результатам сравнения необходимо присвоить исследуемому участку улицы соответствующую категорию.

### ***Пример расчета***

На рисунке 1 изображен участок, выбранный в качестве примера (дублировать его изображение не будем). Определим, на основании планировочных характеристик этого участка, категорию улицы.

В первую очередь, на схеме видно, что на исследуемом участке наблюдается преимущественно движение пассажирского транспорта (трамвайные пути и полоса для движения маршрутного пассажирского транспорта). Трамвайные пути двухстороннего движения располагаются в пределах проезжей части, также имеются две полосы для движения наземного транспорта. Разделительная полоса на участке отсутствует.

Замером определяется ширина одной полосы движения безрельсового транспорта. Она составляет: для первой полосы 4,0 м, для второй – 3,5 м. Ширина трамвайного полотна для каждого направления составляет по 3,0 м. Общая ширина проезжей части и трамвайных путей на схеме составляет 13,5 м. Ширина тротуара выполнена в пределах 3 м.

На основании полученных данных делаем заключение, что с учетом выбранного масштаба 1:100, ширина проезжей части соответствует 7,5 м, при ширине полосы движения – 3,5 м. Также имеется трамвайная линия двухстороннего движения, общей шириной 6 м. Сравнивая полученные параметры с табличными данными (табл. 1) видно, что исследуемый участок соответствует III категории, поскольку ширина полос движения соответствует интервалу 3,5...4,0 м, допускается наличие полосы для маршрутного транспорта, «полезная» ширина улицы составляет 7,5 м при наличии двух полос движения. Ширина тротуара значительно превышает минимально допустимую ширину ( $3 \text{ м} > 1,5 \text{ м}$ ).

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие функциональные зоны выделяют на территории городов?

Укажите их особенности.

2. Какие существуют схемы связи города с внешними дорогами?

3. Какие существуют схемы улично-дорожной сети городов?

4. Как отражается схема улично-дорожной сети на загрузке и пропускной способности улиц?

5. Как соотносятся категория дороги и ее функциональное назначение в пределах улично-дорожной сети города? Какие отличительные особенности присутствуют в каждой из категорий?

## Практическая работа № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ

**Введение.** Знание характеристик улично-дорожной сети и умение их использовать в практической деятельности играет важную роль в работе инженера по управлению на транспорте. Имея определенный багаж знаний, он может оперативно и качественно оценить существующую ситуацию на исследуемом участке дороги или улицы. Это означает, что он может вовремя и в соответствии с нормативными актами, реализовать необходимые мероприятия по обоснованию и повышению эффективности функционирования исследуемого участка. Кроме того, в сфере деятельности инспекторов по автодорожному надзору, служб безопасности дорожного движения просто необходимо иметь навыки, на основании которых возможно в кратчайшие сроки вынести вердикт о соответствии того или иного участка существующим технико-технологическим требованиям на основании данных об интенсивности движения транспорта.

**Цель работы:** изучить методику определения категории городской улицы на основании аналитических зависимостей и нормативных данных.

### **Задачи работы**

- 1 На основании исходных данных исследуемого участка улицы, определить характеристики транспортного потока на этом участке.
- 2 Определить основные планировочные характеристики проезжей части.
- 3 Определить категорию городской улицы.
- 4 Выполнить проверку полученных результатов на соответствие и сделать вывод о полученных результатах.

### **Исходные данные**

На улично-дорожной сети города возникла необходимость проведения исследований на предмет определения категории улиц и дорог, в связи с увеличением транспортных потоков на магистральных улицах. В частности, было предложено исследовать одну из улиц двухстороннего движения, на ее прямолинейном участке без пересечений (рис. 2). На заданной улице организовано движение транспорта и пешеходов. Предварительными наблюдениями установлена интенсивность движения транспорта на исследуемом участке по направлениям и величина продольного уклона участка (табл. 2).

Следует определить:

- необходимую ширину полос движения, их пропускную способность;
- категорию улицы и уровень ее загрузки.

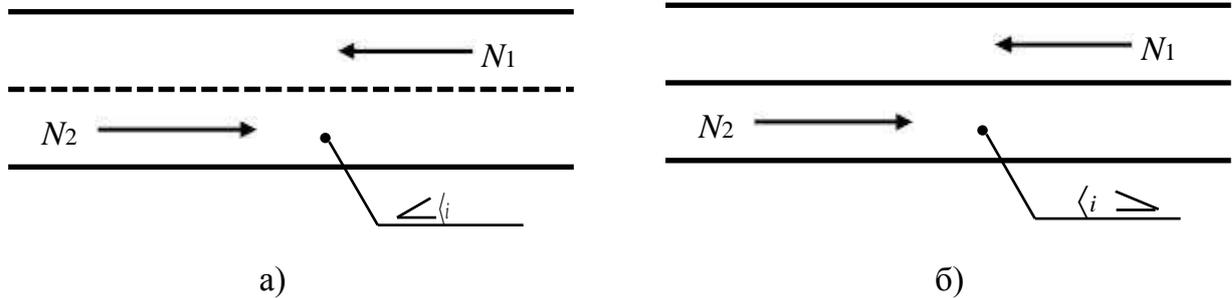


Рис. 2. Схема исследуемого участка

Таблица 2

Характеристика исходных данных участка исследования

Вариант №	1		2		3		4		5		6		7		8		9		0	
Номер участка	а		б		а		б		а		б		а		б		а		б	
Номер направления	$N_1$	$N_2$																		
Мотоциклы	0	0	3	6	8	12	5	2	1	0	0	0	0	0	3	4	2	1	1	1
Легковые автомобили	100	120	160	200	140	140	210	230	300	280	80	75	125	140	170	210	260	280	400	450
Грузовые автомобили m=6 т	20	30	0	0	30	40	50	50	30	30	0	2	5	7	10	11	0	0	80	75
Автобусы	20	20	5	4	16	14	22	20	20	25	0	0	0	0	3	4	20	25	10	10
Коэффициент средне-суточн. неравном. Kсн	0,075		0,05		0,1		0,08		0,11		0,09		0,07		0,085		0,07		0,1	
Величина продольного уклона $\langle i, \% \rangle$	20		30		0		10		0		50		20		40		5		0	

### Порядок выполнения работы

Определение приведенной интенсивности движения транспорта по направлениям осуществляется на основании формулы, ед./ч:

$$N_{\text{пр}i} = \sum_{j=1}^n N_j \oplus K_{\text{пр}j}, \quad (1)$$

где  $N_j$  – интенсивность движения транспортных средств  $j$ -го типа, авт./ч;  
 $K_{ПРj}$  – коэффициенты приведения для  $j$ -й группы автомобилей;  
 $n$  – число исследуемых типов транспортных средств;  
 $i$  – направление движения транспорта.

Коэффициенты приведения  $K_{ПР}$  для различных  $j$ -х типов транспортных средств приведены в таблице 3.

Таблица 3

Коэффициенты приведения интенсивности движения различных типов транспортных средств к легковому автомобилю

Типы транспортных средств	Коэффициент приведения
Мотоциклы одиночные и мопеды	0,5
Легковые автомобили	1,0
Грузовые автомобили, грузоподъемностью 6 т	2,5
Автобусы	3,0

При определении пропускной способности улиц и их ширины исходят из перспективной загрузки дороги транспортом. Так, допустимые условия движения обеспечиваются при уровне загрузки  $z = 0,7 \dots 0,8$ , а оптимальные при  $z = 0,5 \dots 0,6$ . С учетом наилучших требований по организации движения ( $z = 0,5$ ) перспективная интенсивность определяется отношением, ед./ч:

$$N_{ПРi} = \frac{N_{ПРi}}{z_i}, \quad (2)$$

где  $N_{ПРi}$  – значение приведенной интенсивности движения в  $i$ -м направлении, ед./ч;  
 $z_i$  – коэффициент загрузки по данному направлению;  
 $i$  – номер направления движения.

Ширина полосы движения определяется из выражения (рис. 3), м:

$$B_{П} = b_a + x + y, \quad (3)$$

где  $b_a$  – ширина преобладающего в потоке автомобиля, м;  
 $x$  – зазор до границы полосы движения, м;  
 $y$  – зазор от автомобиля до кромки проезжей части, м.

Ширину автомобиля  $b_a$  принимают с учетом доли большегрузных транспортных средств в потоке автомобилей, т.е. автобусов и грузовых автомобилей (доля потока определяется самостоятельно простым расчетом, см. пример). Если на основании исходных фактических данных доля большегрузных транспортных средств в потоке превышает 30 %, то в качестве базовой ширины автомобиля принимают грузовой автомобиль  $b_a = 2,5$  м, если не превышает 30 % - в качестве базового принимают легковой автомобиль  $b_a = 1,8$  м.

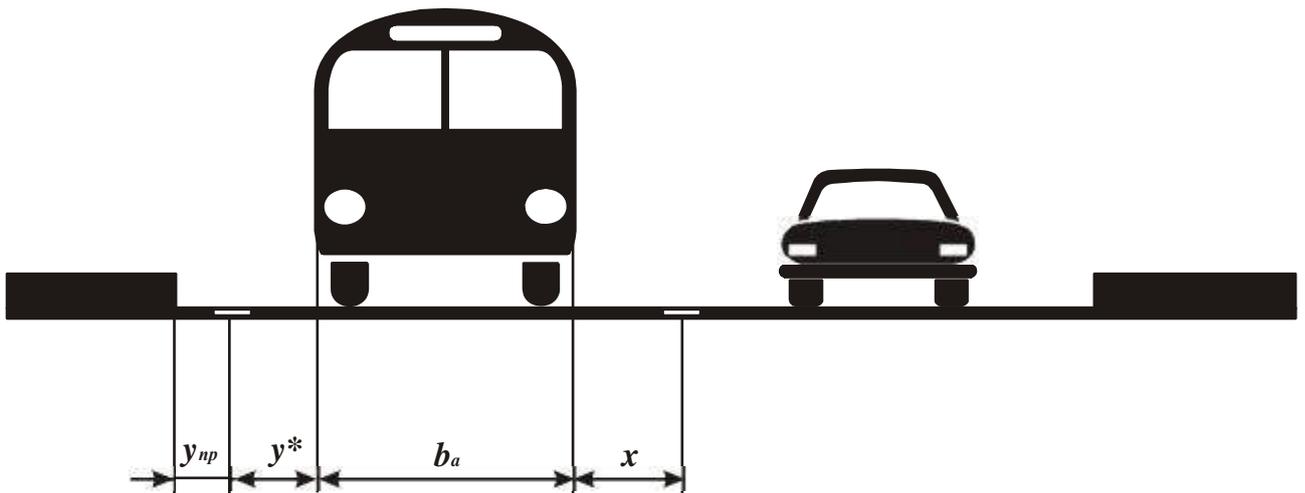


Рис. 3. Схема для определения ширины полосы движения на проезжей части

Количество тяжелых автомобилей и автобусов в потоке определяется как, %:

$$T_{\Pi} = \frac{(N_{gai} + N_{ai}) \oplus 100}{N_{\odot i}}, \quad (4)$$

где  $N_{gai}$ ,  $N_{ai}$  – фактическое количество грузовых автомобилей и автобусов, соответственно, в общем транспортном потоке  $i$ -го направления, авт.;

$N_{\odot i}$  – суммарная фактическая интенсивность движения транспортных средств всех  $j$ -типов в  $i$ -м направлении, авт.

Суммарная фактическая интенсивность движения в рассматриваемом направлении определяется выражением, авт./ч:

$$N_{\odot i} = N_{mi} + N_{lai} + N_{gai} + N_{ai}, \quad (5)$$

где  $N_{mi}, N_{lai}, N_{gai}, N_{ai}$  – фактическая интенсивность движения мотоциклов, легковых автомобилей, грузовых автомобилей и автобусов, соответственно, в  $i$ -м направлении, авт./ч.

Искомые зазоры  $x$  и  $y$  определяются по формулам, м:

$$x = 0,3 + 0,05 \oplus V_T, \quad (6)$$

$$y^* = 0,35 + 0,2 \oplus \sqrt{V_T}, \quad (7)$$

где  $V_T$  – максимальная скорость транспортного потока на рассматриваемом участке, м/с (в городских условиях  $V_T = 60$  км/ч и 17 м/с).

При наличии бортового камня зазор  $y$  увеличивают на величину  $y_{np} = 0,3 \dots 0,5$  м, необходимую для обеспечения безопасности движения пешеходов, если рядом с дорогой располагается тротуар, т.е.

$$y = y^* + y_{np}. \quad (8)$$

Пропускная способность отдельной полосы улицы для каждого  $i$ -го направления определяется по формуле, ед./ч:

$$P_{li} = k_i \oplus_1 \oplus_2 (1700 + 66,6 B_{лi} - 9,54 T_{Ti} - 6,84 \langle_i), \quad (9)$$

где  $k_i$  – коэффициент приведения смешанного потока автомобилей к потоку легковых автомобилей для  $i$ -го направления;

$\oplus_1$  – коэффициент, учитывающий радиус кривой в плане ( $\oplus_1 = 1$ );

$\oplus_2$  – коэффициент, учитывающий влияние пересечений в разных уровнях ( $\oplus_2 = 1$ );

$B_{лi}$  – ширина одной полосы движения, м (ширина полосы должна лежать в пределах  $B_{лi} = 3,5 \dots 3,75$  м);

$T_{Ti}$  – количество тяжелых автомобилей и автобусов в потоке, %;

$\langle_i$  – продольный уклон, ‰ (учитывается только при отрицательных значениях уклона, при этом знак «минус» в формуле остается неизменным).

Коэффициент приведения для каждого из рассматриваемых направлений определяется следующим образом:

$$k_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^n (K_{прj} \cdot \Theta_j^{TM_j})}, \quad (10)$$

где  $K_{прj}$  – коэффициент приведения  $j$ -го типа транспортных средств к легковому автомобилю;

$TM_j$  – доля транспортных средств  $j$ -го типа в общем потоке транспорта (выражается в долях единицы);

$i$  – направление движения.

Доля транспорта  $TM_j$  в потоке может быть определена из выражения

$$TM_j = \frac{N_j}{N_{\ominus}}, \quad (11)$$

где  $N_j$  – интенсивность движения автомобилей  $j$ -го типа, авт./ч;

$N_{\ominus}$  – суммарная интенсивность транспортных средств в рассматриваемом направлении, авт./ч.

Подставляя выражение (11) в (10), получим итоговую зависимость для определения коэффициента приведения:

$$k_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^n K_{прj} \cdot \frac{N_j}{N_{\ominus}}}. \quad (12)$$

Доля тяжелых автомобилей в потоке определена ранее по (4).

Определение количества полос для движения транспорта производится на основании формулы, ед.:

$$n_i = \frac{N_{IIIi}}{P_{1i}}. \quad (13)$$

Полученное значение числа полос движения должно быть округлено до целого значения, причем только в большую сторону.

Окончательное определение количества полос для движения транспорта и параметров улицы производится на основании среднесуточной интенсивности движения транспорта, определяемой по формуле, ед./сут.:

$$N_{cc} = \frac{N_{сч}}{K_H} = \frac{N_{ппб}}{K_H}, \quad (14)$$

где  $N_{сч}$  – среднечасовая интенсивность движения транспорта в обоих направлениях, ед./ч;

$K_H$  – коэффициент среднесуточной неравномерности движения транспорта (дан в задании).

На основании полученных значений присваивается соответствующая категория улицы. Параметры улиц и дорог представлены в таблице 4, по которой принимают ширину проезжей части, количество полос движения и другие характеристики улицы. При выборе ширины полосы движения следует придерживаться результатов выполненных расчетов при условии, что ширина полосы, согласно СНиП 2.07.01-89, должна составлять 3; 3,5; 3,75 или 4 м. При выборе категории улицы ширина полосы движения подлежит округлению в большую сторону, если данные находятся в указанных пределах, или в меньшую, если ширина полосы превышает 4 м.

Проверка соответствия ширины проезжей части выбранной категории производится на основании уровня загрузки улицы движением по формуле

$$z = \frac{N_{ппб}}{K_{mn} \oplus P_{1min}}, \quad (15)$$

где  $K_{mn}$  – коэффициент, учитывающий количество полос движения во всех рассматриваемых направлениях (табл. 5);

$P_{1min}$  – минимальное значение пропускной способности одной полосы движения из двух полученных, ед./ч.

Таблица 4

Основные параметры улиц и автомобильных дорог,  
в зависимости от категории

Категория дороги (улицы)	Приведенная интенсивность движения транспорта, ед./сут.	Количество полос движения	Ширина полосы движения, м	Ширина проезжей части, м	Расчетная скорость движения, км/ч	Минимальная ширина, м			Минимальный радиус закругления, м
						разделительной полосы	островка безопасности	тротуара	
Ia	свыше 80000	8	4,0...3,75	30	120	12...8 (5) <sup>(1)</sup>	4	4,5	12
	80000...40000	6	4,0...3,75	23	120				
Iб	40000...14000	4	4,0...3,75	15	100	12...6 (5)	2,5	3,0	12
II	14000...6000	2...4	3,75...3,5	15...7,5	100	2,5	2,5	2,25	8
III	6000...2000	2...3 <sup>(2)</sup>	3,5	10,5...7	80	–	–	1,5	8
IV	2000...200	2	3	6	60	–	–	1,5	8
V	до 200	2...1	–	4,5	40	–	–	0,75	8

<sup>1)</sup> Значения в скобках используются при реконструкции в городах с тесной застройкой.

<sup>2)</sup> Три полосы выделяют с учетом использования одной полосы для притротуарных стоянок легковых автомобилей.

Таблица 5

Значения коэффициента многополосности,  
в зависимости от числа выделенных полос движения

Количество полос $n$	2	3	4	5	6
Коэффициент многополосности $K_{mn}$	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9

На основании полученных результатов необходимо сделать вывод об уровне загрузки улицы и построить схему участка улицы, с учетом принятых параметров проезжей части и тротуара (при его наличии).

### Пример расчета

Исходные данные для расчета представлены в таблице 6.

Приведенная интенсивность движения транспорта для первого направления, определяемая по (1) с учетом коэффициентов приведения  $K_{ПР}$  (табл. 3), будет равна:

$$\begin{aligned}
 N_{ПР1} &= N_{м1} \oplus K_{ПРм} + N_{лa1} \oplus K_{ПРла} + N_{зa1} \oplus K_{ПРза} + N_{a1} \oplus K_{ПРа} = \\
 &= 8 \oplus 0,5 + 100 \oplus 1,0 + 5 \oplus 2,5 + 20 \oplus 3,0 \text{ и } 177 \text{ ед./ч,}
 \end{aligned}$$

где  $m, ла, га, а$  – вид транспортного средства (мотоцикл, легковой автомобиль, грузовой автомобиль, автобус).

Таблица 6

## Характеристика исходных данных участка исследования

Номер участка	б	
	$N_1$	$N_2$
Номер направления		
Мотоциклы	8	12
Легковые автомобили	100	120
Грузовые автомобили $m = 6$ т	5	7
Автобусы	20	25
Коэффициент среднесуточной неравномерности $K_{сн}$	0,080	
Величина продольного уклона $\langle i, \% \rangle$	30	

Аналогично для второго направления:

$$N_{пп2} = N_{m2} \oplus K_{ппm} + N_{ла2} \oplus K_{ппла} + N_{га2} \oplus K_{ппга} + N_{а2} \oplus K_{ппа} =$$

$$= 12 \oplus 0,5 + 120 \oplus 1,0 + 7 \oplus 2,5 + 25 \oplus 3,0 = 219 \text{ ед./ч.}$$

Перспективная интенсивность движения транспорта для рассматриваемых направлений при  $z = 0,5$  составит (2):

$$N_{пп1} = \frac{N_{пп1}}{z_1} = \frac{177}{0,5} = 354 \text{ ед./ч,}$$

$$N_{пп2} = \frac{N_{пп2}}{z_2} = \frac{219}{0,5} = 438 \text{ ед./ч.}$$

Прежде, чем приступить к определению ширины полосы движения по (3), необходимо вычислить долю грузовых автомобилей в транспортном потоке, влияющую на выбор базовой ширины автомобиля  $b_a$ . Для этого вычислим суммарную фактическую интенсивность движения транспорта в каждом направлении по (5):

$$N_{\odot 1} = N_{m1} + N_{ла1} + N_{га1} + N_{а1} = 8 + 100 + 5 + 20 = 133 \text{ авт./ч,}$$

$$N_{\odot 2} = N_{m2} + N_{ла2} + N_{га2} + N_{а2} = 12 + 120 + 7 + 25 = 164 \text{ авт./ч.}$$

Количество тяжелых автомобилей и автобусов в потоке, согласно выражению (4) составит

$$\tau_{m1} = \frac{(N_{га1} + N_{а1}) \oplus 100}{N_{\odot 1}} = \frac{(5 + 20) \oplus 100}{133} = 18,8 \%,$$

$$\tau_{m2} = \frac{(N_{га2} + N_{а2}) \oplus 100}{N_{\odot 2}} = \frac{(7 + 25) \oplus 100}{164} = 19,5 \%.$$

На основании полученных результатов заключаем, что в обоих направлениях доля тяжелых автомобилей не превышает 30 %, следовательно за базовый принимается легковой автомобиль шириной  $b_a = 1,8$  м.

Искомые зазоры  $x$  и  $y$  определяются по (6) и (7):

$$x = 0,3 + 0,05 \oplus 17 = 1,15 \text{ м,}$$

$$y^* = 0,35 + 0,2 \oplus 17 = 1,17 \text{ м.}$$

Поскольку рассматриваемый участок улицы располагается в черте города, вдоль проезжей части должен располагаться тротуар В населенных пунктах пути движения пешеходов, согласно СНиП 2.07.01-89, должны быть отделены от проезжей части улиц и дорог бортовым камнем, следовательно, зазор  $y$  следует увеличить на величину  $y_{np} = 0,3 \dots 0,5$  м. Для выполнения расчетов примем среднее значение  $y_{np} = 0,4$  м. Тогда, с учетом (8)

$$y = 1,17 + 0,4 = 1,57 \text{ м.}$$

Ширина полосы движения, с учетом полученных величин составит

$$B_{л} = 1,8 + 1,15 + 1,57 \text{ и } 4,5 \text{ м,}$$

Пропускная способность отдельной полосы улицы для каждого направления определяется по (9), но поскольку неизвестен коэффициент приведения, определим его для каждого из направлений по (12):

$$k_1 = \frac{1}{K_{ППм} \oplus \frac{N_{м1}}{N_{\ominus 1}} + K_{ППпа} \oplus \frac{N_{п1}}{N_{\ominus 1}} + K_{ППга} \oplus \frac{N_{г1}}{N_{\ominus 1}} + K_{ППа} \oplus \frac{N_{а1}}{N_{\ominus 1}}} =$$

$$= \frac{1}{0,5 \oplus \frac{8}{133} + 1,0 \oplus \frac{100}{133} + 2,5 \oplus \frac{5}{133} + 3,0 \oplus \frac{20}{133}} \text{ и } 0,76 ,$$

$$k_2 = \frac{1}{K_{ППм} \oplus \frac{N_{м2}}{N_{\ominus 2}} + K_{ППпа} \oplus \frac{N_{п2}}{N_{\ominus 2}} + K_{ППга} \oplus \frac{N_{г2}}{N_{\ominus 2}} + K_{ППа} \oplus \frac{N_{а2}}{N_{\ominus 2}}} =$$

$$= \frac{1}{0,5 \oplus \frac{12}{164} + 1,0 \oplus \frac{120}{164} + 2,5 \oplus \frac{7}{164} + 3,0 \oplus \frac{25}{164}} \text{ и } 0,75 .$$

Ширину полосы движения примем  $B_{л} = 3,75$  м. Значение величины продольного уклона будет учитываться только для первого направления, имеющего отрицательное значение, о чем свидетельствует соответствующий знак уклона на рисунке 2. Проще говоря, отрицательный уклон свидетельствует о том, что в данном (первом) направлении автомобили движутся на подъем. Доля тяжелых автомобилей в потоке определена ранее по (4).

На основании полученных величин, пропускная способность отдельной полосы улицы для каждого направления составит:

$$P_{11} = k_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot (1700 + 66,6 \cdot B_{пл} \cdot 9,54^{TM_{T1}} \cdot 6,84^{\langle 1 \rangle}) = \\ = 0,76 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1700 + 66,6 \cdot 3,75 \cdot 9,54 \cdot 18,8 \cdot 6,84 \cdot 30) \approx 1019 \text{ ед./ч.}$$

$$P_{12} = k_2 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot (1700 + 66,6 \cdot B_{пл} \cdot 9,54^{TM_{T2}} \cdot 6,84^{\langle 2 \rangle}) = \\ = 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1700 + 66,6 \cdot 3,75 \cdot 9,54 \cdot 19,5 \cdot 6,84 \cdot 0) \approx 1154 \text{ ед./ч.}$$

Число полос для движения транспорта определяется на основании (13):

$$n_1 = \frac{N_{пл1}}{P_{11}} = \frac{354}{1019} \approx 0,35 \text{ ед.}, \quad n_2 = \frac{N_{пл2}}{P_{12}} = \frac{438}{1154} \approx 0,38 \text{ ед.}$$

Поскольку число полос движения не может быть дробным, выполним округление полученных значений до большего целого значения:

$$n_1 = 1 \text{ ед.}, \quad n_2 = 1 \text{ ед.}$$

Среднесуточная интенсивность движения на участке будет равна (14)

$$N_{сс} = \frac{N_{пл1} + N_{пл2}}{K_H} = \frac{354 + 438}{0,080} = 9900 \text{ ед./сут.}$$

На основании полученного значения среднесуточной интенсивности движения транспорта на участке определяется категория и планировочные характеристики улицы. Согласно СНиП 2.07.01-89 (табл. 4) значение интенсивности  $N_{сс} = 9900 \text{ ед./сут.}$  соответствует II категории автомобильной дороги (так как это значение лежит в пределах  $N_{сс} = 6000 \dots 14000 \text{ ед./сут.}$ ).

Для II категории дороги приемлемы две полосы движения (по одной в прямом и обратном направлении); ширина полосы движения может соответствовать ранее принятой  $B_{пл} = 3,75 \text{ м}$ ; общая ширина проезжей части составит  $7,5 \text{ м}$ . Расчетная скорость на участке принимается равной  $100 \text{ км/ч}$  при максимально допустимой в городских условиях движения –  $60 \text{ км/ч}$ . В случае использования разделительной полосы или островков безопасности, их ширина должна быть не менее  $2,5 \text{ м}$ . Ширина тротуара, который в обязательном порядке должен выполняться в населенных пунктах, должна быть более  $2,25 \text{ м}$ . Радиус закруглений на перекрестках и для островков безопасности принимается равным не менее  $8 \text{ м}$ .

Определив категорию улицы и ее основные параметры, выполняется проверка соответствия пропускной способности проезжей части выбранной категории. Для этого по таблице 5 определяется значение коэффициента многопо-

лосности. В рассматриваемом случае для двухполосной проезжей части  $n = 2$ , тогда  $K_{ми} = 1,8$ . Уровень загрузки, согласно (15), будет равен

$$z = \frac{N_{III1} + N_{III2}}{K_{ми} \oplus P_{1,мин}} = \frac{354 + 438}{1,8 \oplus 1019} \approx 0,43.$$

Полученный уровень загрузки участка движением не противоречит нормативным требованиям и начальным условиям, поскольку значение загрузки не превышает уровня  $z = 0,5 \dots 0,6$ .

Схема участка улицы, с учетом принятых параметров проезжей части и тротуара представлена на рисунке 4.

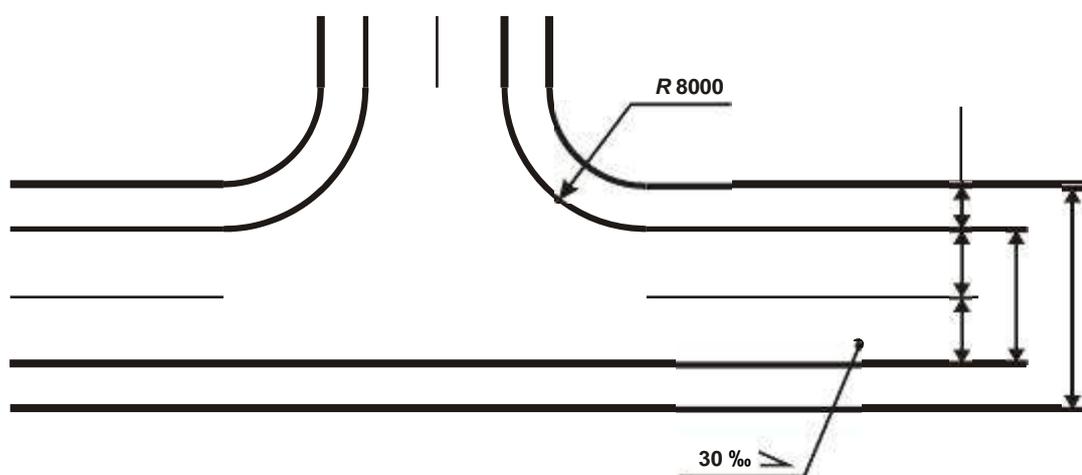


Рис. 4. Планировочная схема улицы II категории

### **Контрольные вопросы**

1. Что понимается под пропускной способностью улицы?
2. Как рассчитывается пропускная способность отдельной полосы и всей проезжей части улицы с непрерывным движением?
3. В чем отличие фактической, приведенной и перспективной интенсивности движения, а также пропускной способности дороги? Укажите единицы измерения этих величин.
4. Каков физический смысл коэффициентов приведения транспортного потока, в каких расчетах используются эти коэффициенты?
5. Какие планировочные элементы профиля городских улиц Вы знаете?
6. Почему с увеличением числа полос проезжей части пропускная способность каждой полосы снижается?
7. Что такое уровень загрузки дороги, укажите его рациональное значение, как влияет уровень удобства движения на уровень загрузки дороги?

### Практическая работа № 3

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО ПЕРЕКРЕСТКА И ЕГО КАНАЛИЗИРОВАНИЕ

**Введение.** При выполнении планировки нерегулируемых или пассивно регулируемых перекрестков любой специалист в области организации дорожного движения должен четко знать, что пропускная способность таких участков зависит не от всего перекрестка, а исключительно от его второстепенных направлений. Такое заключение обосновывается тем, что автомобили, движущиеся по главной дороге, имеют преимущество в движении. Пропускная способность главного направления зависит от пропускной способности полос движения этого направления. Второстепенное направление не обладает таким приоритетом, поэтому автомобили второстепенного направления вынуждены ожидать разрыва в потоке главного направления для выполнения соответствующего маневра. Следовательно, при определении пропускной способности нерегулируемого перекрестка, ее оценивают только по второстепенному направлению. В данной работе пассивно регулируемые перекрестки (обозначенные знаками приоритета) и нерегулируемые (не обозначенные знаками) будут рассматриваться одним термином: «нерегулируемые» перекрестки.

**Цель работы:** освоить методику определения пропускной способности нерегулируемого перекрестка.

#### **Задачи работы**

- 1 Ознакомиться с методикой расчета пропускной способности нерегулируемых необорудованных перекрестков.
- 2 Выполнить расчет пропускной способности и загрузки перекрестка.
- 3 Выполнить обоснование канализирования перекрестка и произвести необходимые расчеты.
- 4 Начертить схему оборудованного нерегулируемого перекрестка и сделать вывод о его преимуществе перед необорудованным.

#### **Исходные данные**

При пересмотре генерального плана города, возникла необходимость определить пропускную способность некоторых нерегулируемых перекрестков с целью обоснования их действующего статуса и возможной дальнейшей модернизации. В частности, были выделены несколько первоочередных однотипных

перекрестков, общая схема которых представлена на рисунке 5. Основные характеристики этих перекрестков отражены в таблице 7.

Таблица 7

## Исходные данные

Вариант №	Интенсивность, авт./ч			Доля		Распределение интенсивности по направлениям для $N_{BT}$			Радиус разъезда $R$ , м
	$N_{ГЛ}$	$N_{л.ГЛ}$	$N_{BT}$	$TM_{л/а}$ , %	$TM_{л}$ , %	$TM_{л}$	$TM_{пп}$	$TM_{пр}$	
1	200	50	57	20	15	0,2	0,5	0,3	8
2	220	10	38	50	0	0,1	0,7	0,2	10
3	250	30	76	100	10	0,1	0,6	0,3	12
4	280	20	27	50	20	0,3	0,4	0,3	15
5	300	40	38	100	35	0,4	0	0,6	20
6	330	80	50	100	25	0,1	0,5	0,4	25
7	350	150	38	50	5	0,2	0,3	0,5	10
8	400	60	31	0	30	0,1	0,8	0,1	12
9	450	120	19	100	40	0,2	0,7	0,1	15
0	500	90	12	50	10	0,4	0,5	0,1	20
<i>Пример</i>	370	100	27	100	10	0,3	0,6	0,1	8

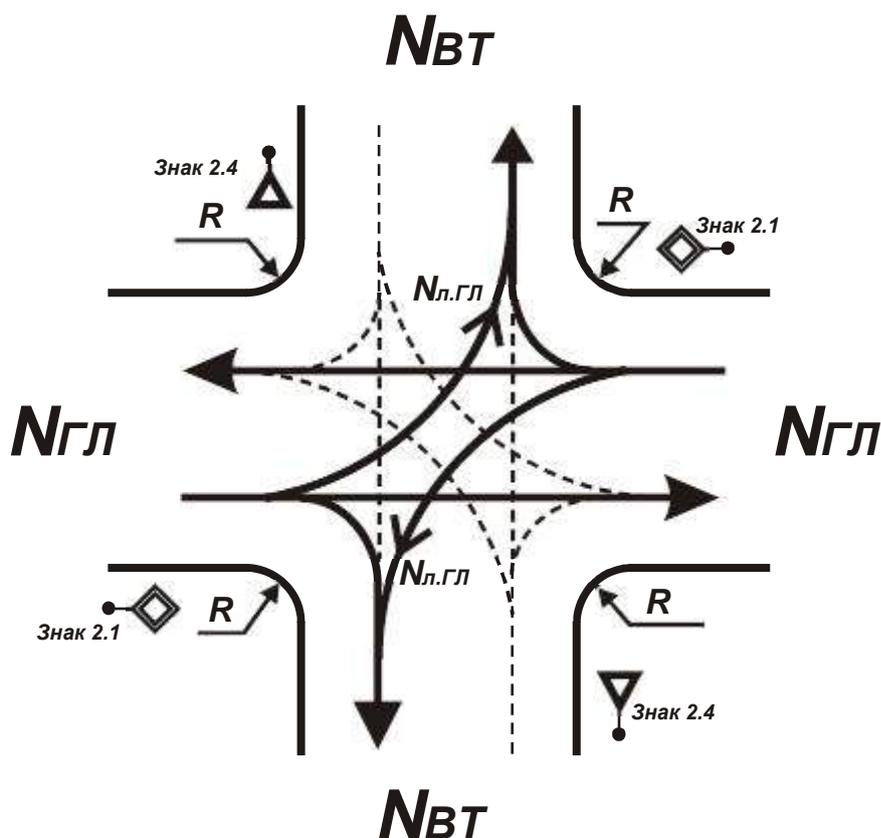


Рис. 5. Схема необорудованного нерегулируемого перекрестка

### Порядок выполнения работы

Пропускная способность пересечения в одном уровне в конкретных условиях определяется по формуле

$$P_{II} = N_{ГЛ} \left[ A \frac{e^{-\frac{\textcircled{1} N_{ГЛ} t_{гр}}{3600}}}{1 - e^{-\frac{\textcircled{1} N_{ГЛ} t_{гр}}{3600}}} + B \frac{e^{-\frac{\textcircled{2} N_{ГЛ} t_{гр}}{3600}}}{1 - e^{-\frac{\textcircled{2} N_{ГЛ} t_{гр}}{3600}}} + C \frac{e^{-\frac{\textcircled{3} N_{ГЛ} t_{гр}}{3600}}}{1 - e^{-\frac{\textcircled{3} N_{ГЛ} t_{гр}}{3600}}} \right], \quad (16)$$

$$A + B + C = 1, \quad (17)$$

где  $N_{ГЛ}$  – интенсивность движения по главной дороге, авт./ч;

$A, B, C$  – коэффициенты, характеризующие различные части потока ( $A$  – свободно движущиеся автомобили;  $B$  – частично связанные;  $C$  – связанная часть потока автомобилей);

$t_{гр}$  – граничный интервал, принимаемый водителем (рис. 6), с;

$t_{мт}$  – интервал между выходами автомобилей из очереди на второстепенной дороге (табл. 8), с;

$\textcircled{1}, \textcircled{2}, \textcircled{3}$  – коэффициенты, характеризующие плотность потока автомобилей ( $\textcircled{1}$  определяется по рисунку 7;  $\textcircled{2} = 3,5$ ;  $\textcircled{3} = 5,7$ ).

Таблица 8

Интервалы выхода автомобилей второстепенного направления из очереди

Доля легковых автомобилей в потоке, %	0	20	50	100
$t_{мт}$ , с	2,4	3,2	3,7	4,2

Величину  $A$ , характеризующую свободно движущиеся автомобили в зависимости от уровня медленно движущихся транспортных средств в потоке, для городских условий можно определить по таблице 9.

Таблица 9

Влияние населенного пункта на распределение интервалов в потоке в зависимости от состава движения

Доля медленных автомобилей $t_{м,м}$ , %	0	5	10	15	20	25	30	$\varepsilon 35$
Значение коэффициента $A$	0,91	0,68	0,58	0,52	0,48	0,44	0,41	0,40

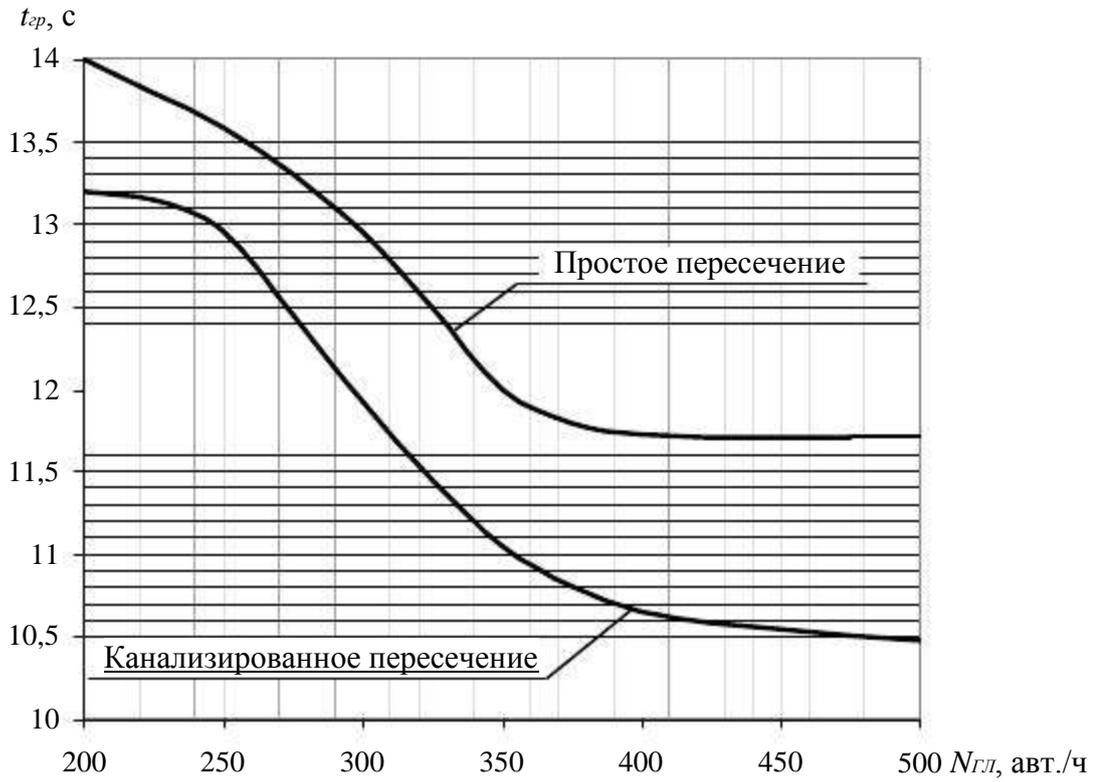


Рис. 6. Изменение граничного интервала в зависимости от интенсивности потока главного направления

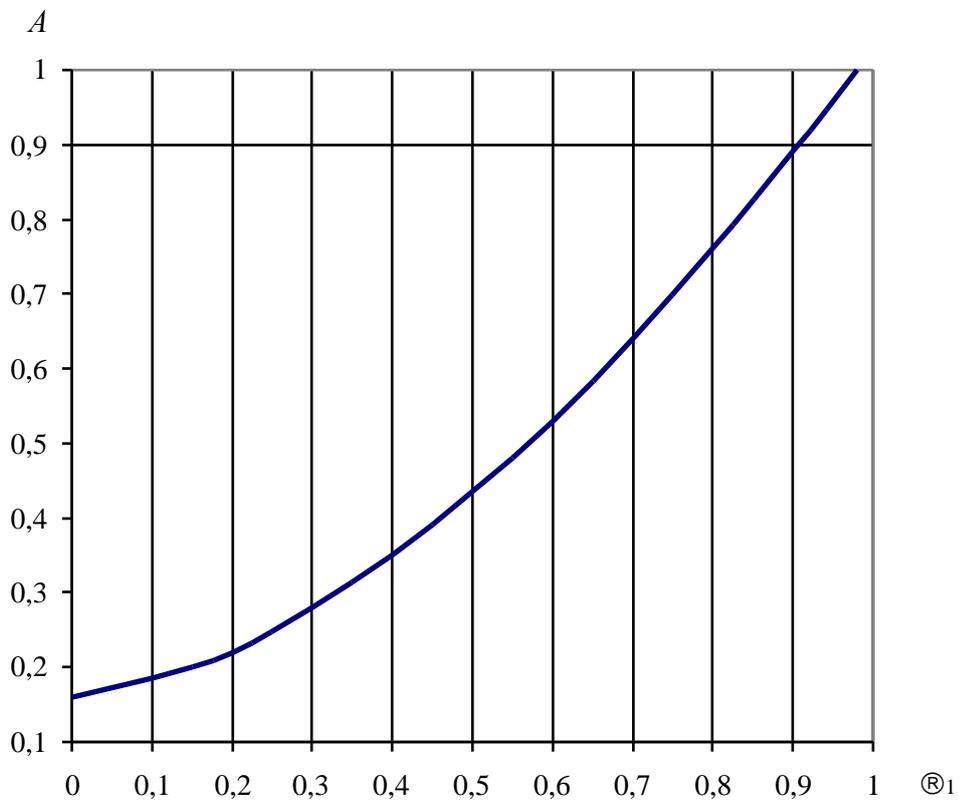


Рис. 7. График зависимости между коэффициентами  $A$  и  $R_1$

Коэффициент  $B$  определяется на основании полученного коэффициента  $A$  по графику зависимости, представленному на рисунке 8. Значение коэффициента  $C$ , с учетом уже найденных значений  $A$  и  $B$ , определяется из (17).

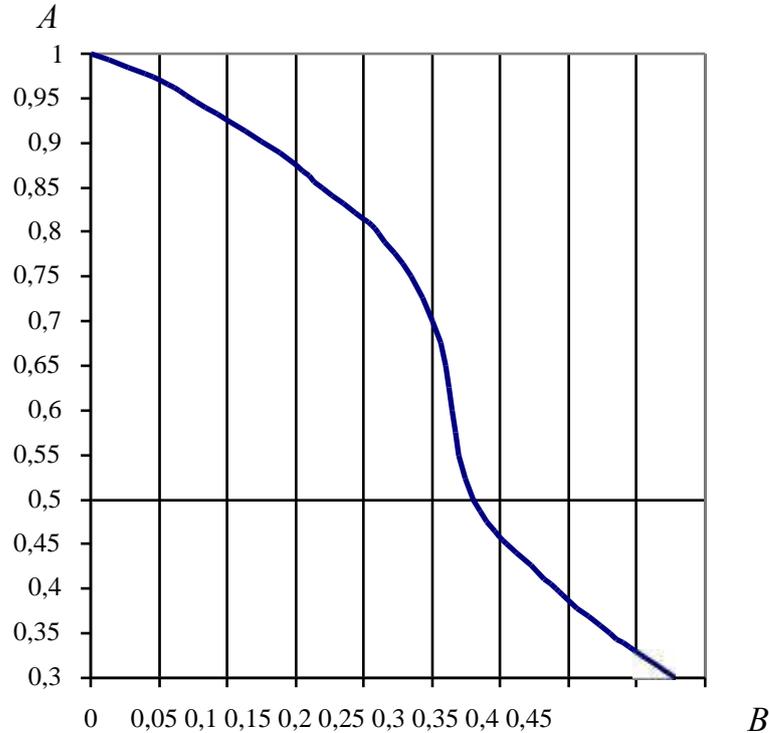


Рис. 8. График зависимости между коэффициентами  $A$  и  $B$

Предельное значение приведенной интенсивности движения транспорта, характеризующее суммарную интенсивность на второстепенной дороге, определяется по формуле, ед./ч:

$$N_{\text{макс}} = \frac{P_{\text{п}} \cdot k_{\text{л.ГЛ}} \cdot N_{\text{л.ГЛ}}}{k_{\text{л.ВТ}}^{\text{ТМ}} + k_{\text{пр}}^{\text{ТМ}} + k_{\text{пр}}^{\text{ТМ}}}, \quad (18)$$

где  $N_{\text{л.ГЛ}}$  – фактическая интенсивность левоповоротного (при его отсутствии – прямолинейного) транспортного потока на главном направлении, авт./ч;

$k_{\text{л.ГЛ}}$ ,  $k_{\text{л.ВТ}}$ ,  $k_{\text{пр}}$ ,  $k_{\text{пр}}$  – коэффициенты приведения для разных планировочных решений левоповоротного, прямого и правоповоротного маневров автомобилей через перекресток (определяется по табл. 10);

$T_{мл}$ ,  $T_{мн}$ ,  $T_{мп}$  – доля транспортных средств, выполняющих левоповоротный, прямой или правоповоротный маневр со второстепенного направления (выражается в долях единицы).

Таблица 10

Значения коэффициентов приведения  $k_i$  для необорудованного перекрестка

Радиус закругления края проезжей части	Левый поворот с дороги		Прямое пересечение	Правый поворот
	главной	второстепенной		
$R \delta 10 \text{ м}$	1,1	1,1	1,0	0,62
$10 \text{ м} < R \delta 25 \text{ м}$	1,0	1,0	1,0	0,45

$N_{свт}$ , авт./сут.

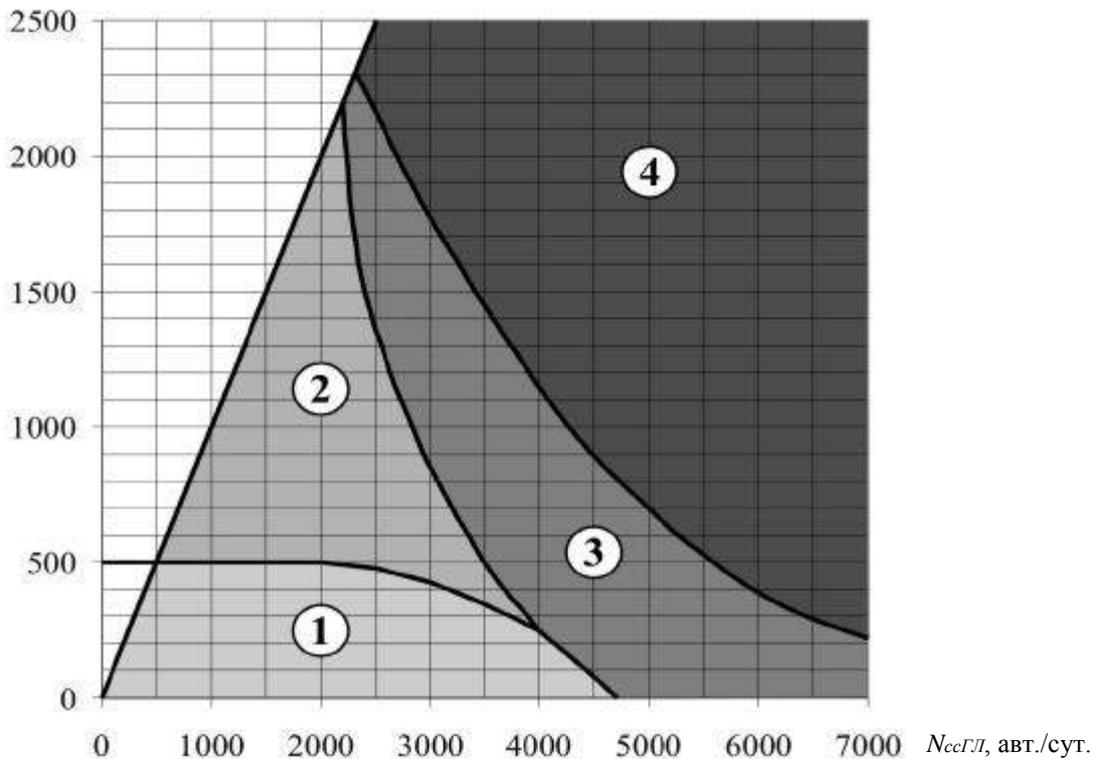


Рис. 9. Номограмма для определения рационального оборудования нерегулируемого перекрестка:

1 – простое пересечение; 2 – применение направляющих островков на второстепенной дороге; 3 – организация направляющих островков на обеих дорогах с разметкой проезжей части; 4 – реконструкция пересечения до многоуровневого или введение светофорного регулирования

Определив допустимые характеристики нерегулируемого необорудованного перекрестка необходимо рассмотреть возможность его канализирования.

Для этого, с учетом исходных данных, на рисунке 9 показаны необходимые мероприятия для обеспечения безопасности движения на перекрестке и повышения его пропускной способности.

Суточную интенсивность движения транспорта приближенно можно определить с учетом суточной неравномерности транспорта по формуле, авт./сут.:

$$N_{cci} = \frac{N_i}{0,076}, \quad (19)$$

где  $N_{cci}$  – суточная интенсивность главного или второстепенного направлений, авт./сут.;

$N_i$  – та же, но часовая интенсивность (дана в задании), авт./ч;

0,076 – переводной коэффициент часовой интенсивности движения к суточной.

На основании значений интенсивности движения транспорта на главном и второстепенном направлениях определяется вариант организации перекрестка. С учетом того, какое из мероприятий следует применить, вычерчивается схема перекрестка с соответствующими элементами планировки для организации движения транспорта. После этого расчет повторяется для случая частичного или полного канализирования. При выполнении расчета следует обратить внимание на граничный интервал  $t_{гр}$  (рис. 6) для случая канализированного пересечения, а в результате канализирования изменятся значения коэффициентов приведения (табл. 11).

По результатам выполненных расчетов следует сравнить пропускную способность, максимальную интенсивность и коэффициент загрузки перекрестка для случаев необорудованного и оборудования пересечения, и сделать соответствующие выводы о наилучшем варианте организации перекрестка.

### ***Пример расчета***

На основании исходных данных (табл. 7) необходимо определить пропускную способность нерегулируемого перекрестка. Но поскольку не все значения величин, входящих в (16), известны, их следует определить.

Интервалы выхода автомобилей второстепенного направления из очереди определяются с использованием таблицы 8. Поскольку доля легковых автомобилей в потоке  $T_{м,л/а} = 100\%$ , интервал выхода принимается равным  $T_{м,t} = 4,2$  с.

Граничный интервал определяется на основании рисунка 6. Для простого пересечения, он составляет  $t_{gp} = 11,8$  с.

Таблица 11

Значения коэффициентов приведения  $k$  для канализированного перекрестка

Тип пересечения	Схема планировки	Левый поворот с дороги		Прямое пересечение	Правый поворот
		главной	второстепенной		
1 Разделительный и направляющие островки на второстепенной дороге, правоповоротные съезды с переходными кривыми		1,0	0,85	0,9	0,27
2 То же, переходно-скоростные полосы на главной дороге (неполное канализирование)		1,0	0,85	0,9	0,1
3 То же, разделение встречных потоков на главной дороге		0,9	0,65	0,7	0,1
4 То же, левоповоротные островки на главной дороге с переходно-скоростными полосами (канализированное пересечение)		0,6	0,65	0,7	0,1
5 То же, переходно-скоростные полосы для левого поворота на главной дороге		0,6	0,6	0,2	0

Коэффициент  $A$  определяется по таблице 9. Так как доля медленных автомобилей (грузовых, автобусов) в потоке, согласно исходным данным составляет 10 %, принимаем  $A = 0,58$ . Коэффициент  $B$  определяется с учетом полученного коэффициента  $A$  (рис. 8):  $B = 0,27$ . На основании (17) можно вычислить значение коэффициента  $C$ .

Так как

$$A + B + C = 1$$

то

$$C = 1 \quad (A + B) = 1 \quad (0,58 + 0,27) = 0,15 .$$

Коэффициенты, характеризующие плотность потока автомобилей час-точно даны:  $\textcircled{R}_2 = 3,5$ ;  $\textcircled{R}_3 = 5,7$ . Коэффициент  $\textcircled{R}_1$  определяется по рисунку 7 и составляет  $\textcircled{R}_1 = 0,65$ .

С учетом полученных результатов, используя (16), определяется пропускная способность пересечения:

$$P_{II} = 370 \oplus 0,58 \oplus \frac{e^{\frac{0,65 \oplus 370 \oplus 11,8}{3600}}}{1 - e^{\frac{0,65 \oplus 370 \oplus 4,2}{3600}}} + 0,27 \oplus \frac{e^{\frac{3,5 \oplus 370 \oplus 11,8}{3600}}}{1 - e^{\frac{3,5 \oplus 370 \oplus 4,2}{3600}}} + 0,15 \oplus \frac{e^{\frac{5,7 \oplus 370 \oplus 11,8}{3600}}}{1 - e^{\frac{5,7 \oplus 370 \oplus 4,2}{3600}}} =$$

$$= 370 \oplus 0,58 \oplus \frac{0,455}{0,245} + 0,27 \oplus \frac{0,014}{0,779} + 0,15 \oplus \frac{0,001}{0,915} = 370 \oplus 1,08 \text{ и } 401 \text{ ед./ч.}$$

Предельное значение приведенной интенсивности движения транспорта, характеризующее суммарную интенсивность на второстепенной дороге, определяется по (18). Согласно исходным данным  $R = 8$  м (т.е.  $R \delta 10$  м), по таблице 10 находим  $k_{л.ГЛ} = k_{л.ВТ} = 1,1$ ;  $k_{лт} = 1,0$ ;  $k_{лр} = 0,62$ . Тогда

$$N_{\text{макс}} = \frac{401 \quad 1,1 \oplus 100}{1,1 \oplus 0,3 + 1,0 \oplus 0,6 + 0,62 \oplus 0,1} \cdot \frac{291}{0,992} \text{ и } 293 \text{ ед./ч.}$$

Для того, чтобы определить рациональный способ оборудования нерегулируемого перекрестка, определим среднесуточную интенсивность движения транспорта на нем по (19):

$$N_{\text{сгЛ}} = \frac{N_{\text{ГЛ}}}{0,076} \cdot \frac{370}{0,076} \text{ и } 4868 \text{ авт./сут.},$$

$$N_{\text{свТ}} = \frac{N_{\text{ВТ}}}{0,076} \cdot \frac{27}{0,076} \text{ и } 355 \text{ авт./сут.}$$

По номограмме (рис. 9) определяется рациональный вариант оборудования рассматриваемого нерегулируемого перекрестка. Точка пересечения значений суточных интенсивностей главного и второстепенного направлений соответствует 3-й области, т.е. на участке необходима организация направляющих островков на обеих дорогах с разметкой проезжей части. На основании этого по таблице 11 выбирается схема участка. В данном случае в качестве рациональной схемы выберем канализированное пересечение (предпоследний вариант) (рис. 10).

Последний вариант полного канализирования применять нецелесообразно, поскольку интенсивность транспортных потоков пересекающихся направлений относительно допустимых границ невысокая (рис. 9). Вместе с тем, на

участке следует обеспечить высокую пропускную способность и безопасность движения на проезжей части главного направления, поэтому третья схема также нецелесообразна.

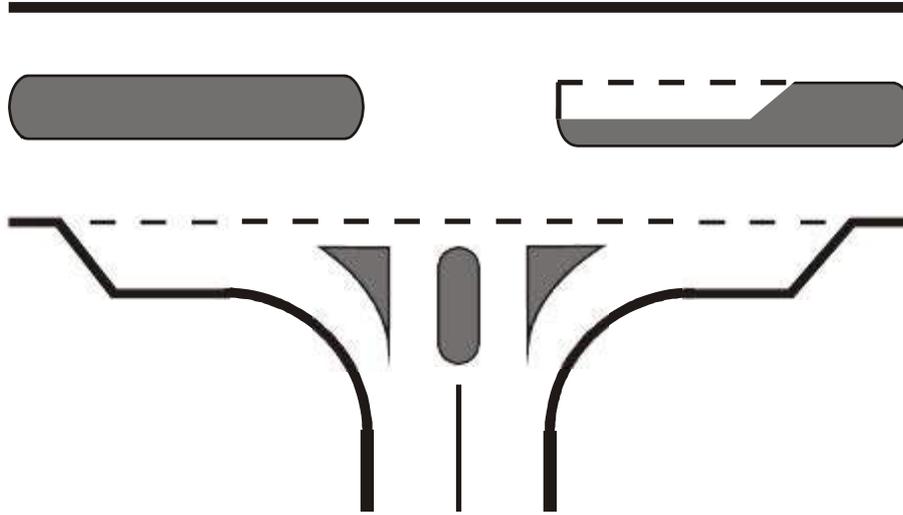


Рис. 10. Планировочная схема исследуемого перекрестка

Определим пропускную способность участка для выбранного варианта канализированного пересечения. Граничный интервал времени для выхода со второстепенной дороги на главную (рис. 6), составит  $t_{\text{эп}} = 10,8$  с. По таблице 11 определяем коэффициенты:  $k_{л.ГЛ} = 0,6$ ;  $k_{л.ГЛ} = 0,65$ ;  $k_{nn} = 0,7$ ;  $k_{np} = 0,1$ .

На основании имеющихся данных, пропускная способность пересечения будет равна

$$\begin{aligned}
 P_{\Pi} &= 370 \oplus \left[ 0,58 \oplus \frac{e^{\frac{0,65 \oplus 370 \oplus 10,8}{3600}}}{1 - e^{\frac{0,65 \oplus 370 \oplus 4,2}{3600}}} + 0,27 \oplus \frac{e^{\frac{3,5 \oplus 370 \oplus 10,8}{3600}}}{1 - e^{\frac{3,5 \oplus 370 \oplus 4,2}{3600}}} + 0,15 \oplus \frac{e^{\frac{5,7 \oplus 370 \oplus 10,8}{3600}}}{1 - e^{\frac{5,7 \oplus 370 \oplus 4,2}{3600}}} \right] = \\
 &= 370 \oplus \left[ 0,58 \oplus \frac{0,486}{0,245} + 0,27 \oplus \frac{0,021}{0,779} + 0,15 \oplus \frac{0,002}{0,914} \right] = 370 \oplus 1,16 \text{ и } 429 \text{ ед./ч.}
 \end{aligned}$$

Предельное значение приведенной интенсивности движения транспорта составит

$$N_{\text{макс}} = \frac{429 \cdot 0,6 \oplus 100}{0,65 \oplus 0,3 + 0,7 \oplus 0,6 + 0,1 \oplus 0,1} \cdot \frac{369}{0,625} \text{ и } 590 \text{ ед./ч.}$$

На основании результатов расчета для простого и канализированного вариантов планировки нерегулируемого перекрестка можно заключить, что пропускная способность перекрестка после введения канализирования возрастет

незначительно: с 401 ед./ч до 429 ед./ч. Вместе с тем, предельное значение интенсивности движения транспорта на второстепенной дороге возрастает почти вдвое: с 293 ед./ч до 590 ед./ч.

В результате приходим к выводу, что применение канализирования на рассматриваемом перекрестке является целесообразным мероприятием, обеспечивающим незначительное повышение пропускной способности перекрестка и резкое увеличение интенсивности движения транспорта на второстепенном направлении при исходной интенсивности движения главного направления.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что понимается под пропускной способностью нерегулируемого пересечения, в чем разница между ее возможным и практическим значениями?
2. В чем заключаются особенности расчета кольцевых пересечений?
3. Что такое граничный интервал, чем определяется его величина?
4. Что такое канализирование движения, каковы его основные принципы?
5. В каких случаях считается рациональным применение канализирования?

Практическая работа № 4  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ  
РЕГУЛИРУЕМОГО ПЕРЕКРЕСТКА

**Введение.** При исследовании пропускной способности различных участков улично-дорожной сети городов наиболее часто приходится сталкиваться с так называемыми «узкими» местами, от которых зависит пропускная способность всей улицы или вообще заданного направления движения. Перекрестки, в том числе регулируемые, оказывают значительное влияние на появление таких «узких» мест. Наличие у инженера по управлению на транспорте базовых знаний по определению пропускной способности регулируемых перекрестков позволяет адекватно оценить условия, в которых осуществляется процесс движения транспорта. Вместе с тем они формируют следующие навыки специалиста:

- оперативно оценивать технологические и планировочные характеристики, влияющие на качество организации движения на участке;
- при выполнении проектов заранее предугадывать и предусматривать рациональные формы организации движения, в т.ч. за счет планировки участка;
- правильно оценивать уровни загрузки различных участков и осуществлять комплексный подход к выявлению и устранению «узких» участков на улично-дорожной сети городов.

**Цель работы:** освоить методику определения пропускной способности регулируемого перекрестка.

**Задачи работы**

- 1 Изучить методику определения пропускной способности регулируемого перекрестка.
- 2 Познакомиться с методикой определения очередей на подходе к регулируемому перекрестку и их влияние на организацию движения.
- 3 Сделать выводы о пропускной способности заданного регулируемого перекрестка с оценкой уровня организации движения.

**Исходные данные**

Выполняя работы по совершенствованию светофорного регулирования в городе, возникла необходимость определить пропускную способность некоторых из действующих регулируемых перекрестков. Для этого были проведены обследования по режимам работы светофорной сигнализации и по составу

транспортного потока (табл. 12, 13). Ниже представлены схемы пофазного разьезда исследуемых перекрестков (рис. 11).

Таблица 12

Исходные данные для расчета

№ варианта	$T_{ц}, с$	$t_{з1}, с$	$t_{з2}, с$	$t_{з3}, с$	$\tau_{мзп}, \%$	№ перекрестка
1	98	32	45	12	20	2
2	115	40	20	45	50	3
3	89	18	32	29	0	2
4	12	46	18	27	20	1
5	91	3	2	30	0	3
6	97	28	33	25	0	1
7	100	34	26	28	0	3
8	108	24	42	30	50	2
9	125	39	48	26	20	1
0	73	21	23	20	0	1
<i>Пример</i>	80	42	23	15	50	3

Таблица 13

Таблица значений интервалов между автомобилями

Доля грузовых автомобилей в потоке $\tau_{мзп}, \%$	0	20	50
Интервал задержки $\tau_{т0}, с$	3,1	3,5	3,9
Средний интервал $\tau_{т}, с$	2,2	3,0	3,5

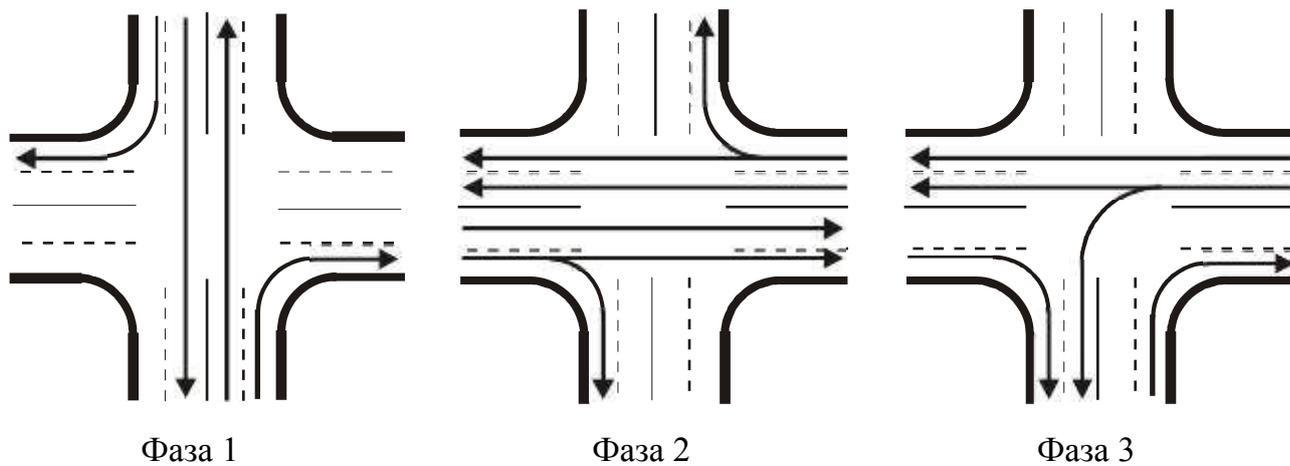
На основании исходных данных необходимо определить:

- количество автомобилей, проходящих по каждой полосе за один цикл светофорного регулирования;
- пропускную способность полосы движения в случае светофорного регулирования;
- максимальную длину очереди ожидающих разрешающего сигнала автомобилей.

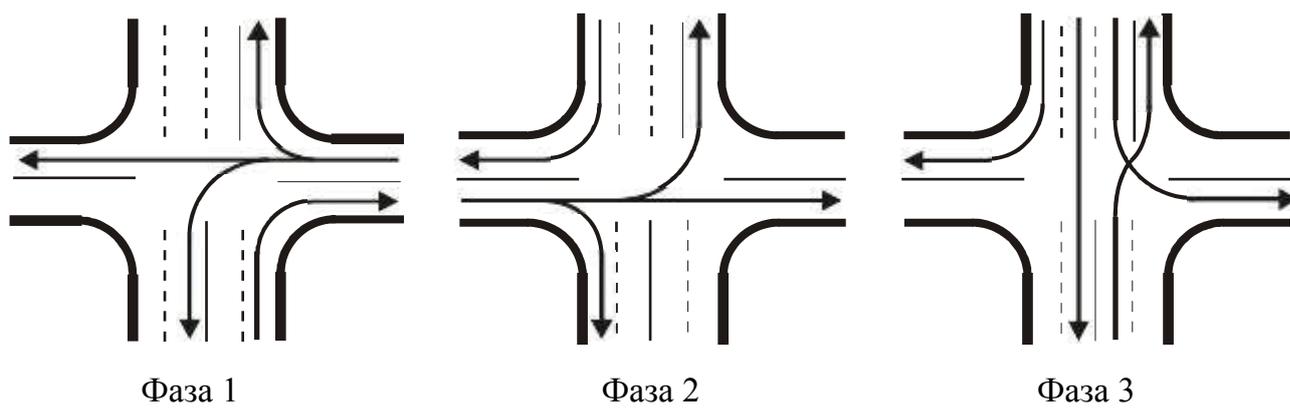
### ***Порядок выполнения работы***

Расчет пропускной способности регулируемого перекрестка основывается на определении числа транспортных средств, находящихся в очереди на подходе к перекрестку и времени ожидания разрешающего сигнала светофора.

## Перекресток № 1



## Перекресток № 2



## Перекресток № 3

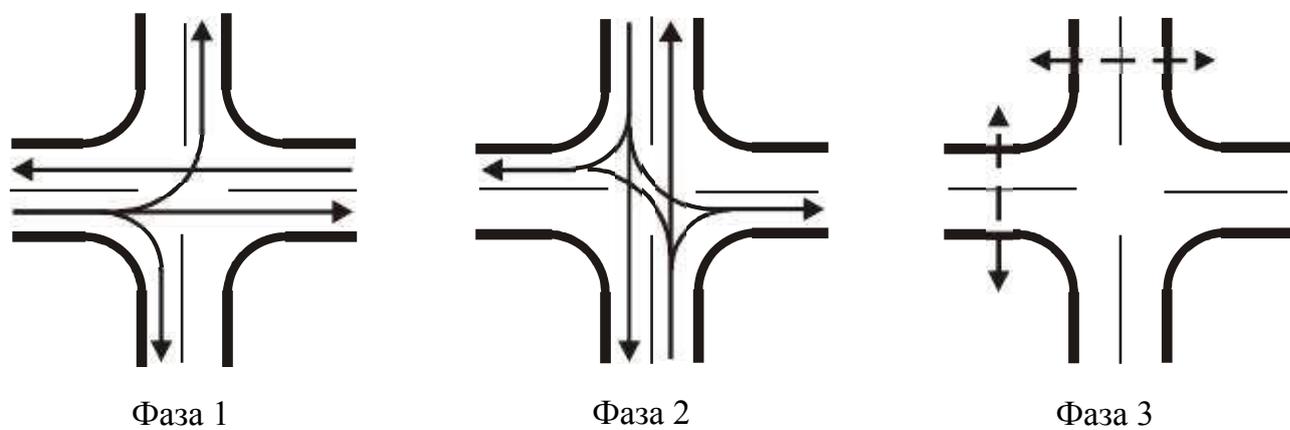


Рис. 11. Схемы пофазного разъезда на перекрестках №1, №2, №3

Число транспортных средств, проходящих по одной полосе за один цикл, определяется формулой, ед./цикл:

$$m_i = \frac{t_{zi} + \overline{TM}_{t_0} + \overline{TM}_t}{\overline{TM}_t}, \quad (20)$$

где  $t_{zi}$  – длительность зеленого сигнала в  $i$ -й фазе;

$\overline{TM}_{t_0}$  – интервал во времени между включением зеленого сигнала и уходом с пересечения первого автомобиля, с;

$\overline{TM}_t$  – средний интервал между автомобилями, уходящими из очереди в створе «стоп»-линии, с.

Средняя пропускная способность одной полосы движения при светофорном регулировании для каждой  $i$ -й фазы определяется по формуле, ед./ч

$$P_{li} = m_i \oplus \frac{3600}{T_{ц}}, \quad (21)$$

где  $T_{ц}$  – продолжительность цикла светофорного регулирования, с;

3600 – переводной коэффициент.

Пропускная способность перекрестка в каждой  $i$ -й фазе может быть определена как, ед./ч:

$$P_{\phi i} = P_{i} \oplus n_i, \quad (22)$$

где  $n_i$  – число полос перед входом на перекресток, разрешенных для движения в  $i$ -й фазе.

Общая пропускная способность перекрестка составит, ед./ч:

$$P = \sum_i P_{\phi i}. \quad (23)$$

Максимально допустимая очередь автомобилей по каждому направлению на регулируемом перекрестке может быть определена по формуле, ед.:

$$l_i = \frac{P_{li}}{3600} \oplus (T_{li} - t_{zi}). \quad (24)$$

Определив, таким образом, максимально возможную длину очереди автомобилей для каждой из рассматриваемых фаз, следует сравнить полученные результаты с величиной поступающих автомобилей  $m$ . Для этого необходимо выполнение условия

$$l_i \leq 2 \oplus m_i. \quad (25)$$

Условие (25) следует из того, что при организации светофорного регулирования автомобиль, подошедший к перекрестку, должен проехать на зеленый сигнал светофора не позднее, чем во втором цикле. Если этого не происходит, ситуация свидетельствует о наличии заторового состояния транспортного потока и необходима коррекция работы светофорного объекта.

В качестве вывода, на основании полученных результатов, следует указать необходимость модернизации перекрестка. Если такая необходимость существует, то в качестве рекомендаций можно констатировать предложение корректировки фазы светофорного регулирования или увеличить количество полос движения на проезжей части.

### **Пример расчета**

Исходные данные для расчета представлены в таблице 12.

Для определения пропускной способности регулируемого перекрестка необходимо иметь данные о количестве транспортных средств, проходящих по одной полосе за цикл светофорного регулирования, которое можно приближенно рассчитать по (20). Исходя из того, что на заданном перекрестке доля грузового транспорта в потоке составляет  $T_{gp}^M = 50\%$ , по таблице 13 интервал задержки принимается равным  $T_{t0}^M = 3,9$  с, а средний интервал составит  $T^M t = \overline{3,5}$  с. Тогда число транспортных средств, проходящих по одной полосе за один цикл будет равно:

$$m_i = \frac{t_{zi} \cdot T_{t0}^M + T^M t}{T_{Mf}} = \frac{42 \cdot 3,9 + 3,5}{3,5} = 11,89 \text{ H } 12 \text{ ед./цикл,}$$

$$m_2 = \frac{t_{32} \overline{TM_{t0} + TM_t}}{TM_t} = \frac{23 \cdot 3,9 + 3,5}{3,5} = 6,46 \text{ и } 7 \text{ ед./цикл.}$$

Для третьей фазы расчет не производится, т.к. это «пешеходная» фаза, в которой движение транспорта запрещено.

Пропускная способность одной полосы движения при светофорном регулировании определяется также для двух фаз по (21):

$$P_{11} = m_1 \oplus \frac{3600}{T_{ц}} = 12 \oplus \frac{3600}{80} = 540 \text{ ед./ч,}$$

$$P_{12} = m_2 \oplus \frac{3600}{T_{ц}} = 7 \oplus \frac{3600}{80} = 315 \text{ ед./ч.}$$

Пропускная способность перекрестка в каждой фазе может быть рассчитана по (22). Число полос движения перед входом на перекресток, согласно схемы (рис. 11), составляет 2 ед. (по одной в каждом направлении).

Тогда

$$P_{\Phi 1} = P_{11} \oplus n_1 = 540 \oplus 2 = 1080 \text{ ед./ч,}$$

$$P_{\Phi 2} = P_{12} \oplus n_2 = 315 \oplus 2 = 730 \text{ ед./ч.}$$

Общая пропускная способность перекрестка составит по (23)

$$P = P_{\Phi 1} + P_{\Phi 2} = 1080 + 730 = 1810 \text{ ед./ч.}$$

Максимально допустимая очередь автомобилей по каждому направлению на регулируемом перекрестке определяется по (24):

$$l_1 = \frac{P_{11}}{3600} \oplus (T_{ц} \cdot t_{31}) = \frac{540}{3600} \oplus (80 \cdot 42) = 5,7 \text{ и } 6 \text{ ед.,}$$

$$l_2 = \frac{P_{12}}{3600} \oplus (T_{ц} \cdot t_{32}) = \frac{315}{3600} \oplus (80 \cdot 23) \text{ и } 5 \text{ ед.}$$

Согласно полученным данным выполняется проверка условия (25):

$l_1 < 2 \oplus m_1$  ( $6 < 24$ ) – условие  $l_i \delta 2 \oplus m_i$  выполняется полностью,

$l_2 < 2 \oplus m_2$  ( $5 < 14$ ) – условие  $l_i \delta 2 \oplus m_i$  выполняется полностью.

Поскольку оба условия выполняются, заключаем, что на исследуемом перекрестке затора транспортного потока не наблюдается. Поэтому в проведении каких-либо дополнительных мероприятий на исследуемом участке нет необходимости.

***Контрольные вопросы***

1. В чем заключаются особенности определения пропускной способности регулируемых пересечений?
2. Какое условие используется для выявления затора на регулируемом перекрестке?
3. Как определяется число транспортных средств, проходящих в течение одной фазы через перекресток?
4. В чем физический смысл определения длины ожидающих в очереди автомобилей на регулируемом перекрестке?
5. Как влияет пешеходное движение на пропускную способность регулируемого пересечения?

Практическая работа № 5  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

**Введение.** Основные показатели улично-дорожной сети (УДС) города используются при формировании отчетно-статистических материалов, при обосновании планировочной структуры города и для оценки уровня организации его транспортного пространства. Инженер по управлению на транспорте должен уметь выполнять расчеты и знать, как их использовать в практической деятельности. Сущность показателей УДС города заключается в обосновании социально-экономической эффективности использования городской инфраструктуры с точки зрения транспортной доступности.

**Цель работы:** освоить методы определения основных показателей улично-дорожной сети города.

**Задачи работы**

- 1 Познакомиться со схемой города или его участка и соответствующими планировочными характеристиками.
- 2 Изучить основные показатели транспортной сети.
- 3 Освоить методику определения показателей использования средств индивидуального транспорта в городах.
- 4 Выполнить расчеты и составить сводную таблицу основных показателей.

**Исходные данные**

Для группы городов поставлена задача определить их основные показатели, уровень транспортной доступности населения и выявить особенности действующей улично-дорожной сети. На основании имеющейся информации (табл. 14) необходимо реализовать поставленную задачу.

При выполнении расчетов следует помнить, что средняя скорость движения пешеходов принимается равной  $v_{пеш}$  и 4 км/ч. Расстояние пешеходной доступности ближайшего к месту жительства (или приложения труда) остановочного пункта, согласно СНиП 2.07.01 - 89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», не должно превышать 500 м. В расчетах обычно принимают максимальное значение  $l_{пеш} = 0,5$  км.

**Порядок выполнения работы**

Основным показателем в системе транспортного обслуживания города является время, необходимое для передвижения по УДС города от пункта отправления (например, места жительства) к пункту назначения (место работы, учебы, отдыха и т.п.). Существуют нормативные требования по времени доступности для различных категорий городов, которые должны в обязательном порядке выполняться (табл. 15). Это связано с тем, что превышение нормативных значений приводит к повышению утомления людей в процессе движения, снижению их работоспособности, повышению себестоимости перевозок и снижению эффективности УДС в экономике города.

Таблица 14

Планировочные характеристики,  
показатели транспортной доступности города

№ варианта	Группы городов	Планировочная характеристика города	Плотность населения $\lambda$ , тыс. чел.	Время ожидания транспорта на остановке $t_{ож}$ , мин	Скорость сообщения транспорта $V_c$ , км/ч	Расстояние между перекрестками $l_m$ , км	Коэффициент выхода на распределительную сеть $K_c$	Насыщение города автомобилями, авт./1000 чел.		
								легковыми $q_l$	грузовым $q_g$	число полос движения в одном направлении
1	Большой	Прямоугольная	200	5	20	0,7	0,6	200	7	2
2	Малый	Квадратная	50	7	18	0,6	0,63	50	8	2
3	Крупный	Радиальная	500	1	22	0,7	0,55	300	15	3
4	Крупнейший	Рад.-кольцевая	1200	2	16	0,9	0,64	500	35	4
5	Средний	Треугольная	50	8	22	0,8	0,53	100	10	3
6	Малый	Радиальная	30	5	24	0,5	0,5	150	5	2
7	Крупный	Прямоугольная	400	3	17	0,8	0,62	250	30	2
8	Большой	Гексагональная	150	9	20	0,7	0,59	400	20	3
9	Крупнейший	Прямоугольно-диагональная	1500	4	23	1,2	0,72	700	25	4
0	Средний	Квадратная	100	6	18	0,8	0,61	250	12	2
Пример	Малый	Прямоугольная	20	4	17	0,7	0,55	100	30	2

Для системы маршрутного транспортного обслуживания граждан время передвижения по территории города может быть описано формулой вида, мин:

$$T = 2t_{neu} + t_{ож} + \frac{60 \oplus l_{en}}{V_c}, \quad (26)$$

где  $t_{neu}$  – затраты времени на пешеходный подход к остановке, мин;  
 $t_{ож}$  – время ожидания транспорта на остановке, мин;  
 $l_{en}$  – среднее расстояние ездки пассажира, км;  
 $\nabla_c$  – средняя скорость сообщения подвижного состава маршрутного транспорта, км/ч.

Таблица 15

Нормативные показатели транспортной доступности различных городов

Группы городов	Население, тыс. чел.	Время транспортной доступности $t_{en}$ , мин
Крупнейшие	свыше 1000	45
Крупные	250...1000	40
Большие	100...250	37
Средние	50...100	35
Малые	10...50	30

Затраты времени на пешеходный подход от пункта отправления до остановочного пункта определяются отношением, мин:

$$t_{neu} = \frac{60 \oplus l_{neu}}{\nabla_{neu}}, \quad (27)$$

где  $l_{neu}$  – максимально допустимая удаленность пешеходных подходов, км;  
 $\nabla_{neu}$  – средняя скорость движения пешехода, км/ч;  
60 – переводной коэффициент (из часов в минуты).

Зная максимально допустимую величину времени для передвижения по городу  $T$  и определяющие ее величины, используя (26), можно выразить рациональное расстояние ездки пассажира по УДС, км:

$$l_{en} = \frac{(T - 2t_{neu} - t_{ож}) \oplus \nabla_c}{60}. \quad (28)$$

В технической литературе расстояние ездки пассажира иногда определяется формулой, км:

$$l_{en} = 0,8 \oplus K_H \oplus L_{марш.}, \quad (29)$$

где  $0,8$  – коэффициент, учитывающий максимальное расстояние ездки пассажира относительно наибольшей протяженности селитебной территории;

$K_H$  – коэффициент непрямолинейности магистральной сети (табл. 16);

$L_{марш.}$  – наибольшая протяженность автобусной маршрутной сети города, км.

Поскольку величина наибольшей допустимой протяженности маршрутной сети города  $L_{марш.}$  неизвестна, ее можно определить из (28) и (29) простейшим преобразованием, км:

$$L_{марш.} = \frac{l_{en}}{0,8 \oplus K_H} \cdot \frac{(T - 2t_{пеш} - t_{ож}) \oplus \nabla_c}{48 \oplus K_H}. \quad (30)$$

Таблица 16

Значения коэффициентов непрямолинейности маршрутной сети городов

Планировочные схемы УДС городов	Коэффициент непрямолинейности $K_H$
Прямоугольная с квадратной сеткой (квадратная)	1,4...1,5
Прямоугольная с прямоугольной сеткой	1,27
Прямоугольно-диагональная	1,15...1,3
Радиальная	1,49...1,63
Радиально-кольцевая	1,05...1,1
Треугольная	1,1...1,26
Гексагональная	1,24

В качестве планировочного эталона города с местным движением можно принять территорию, площадью, км<sup>2</sup>:

$$F_{Г} = L_{2марш.} \cdot L_{марш.} \quad (31)$$

Плотность УДС в этом случае может быть определена по формуле, км/км<sup>2</sup>:

$$\tau_M = \frac{2}{l_M}, \quad (32)$$

где  $l_M$  – среднее расстояние между перекрестками (табл. 14), км.

Общая протяженность городских автобусных магистралей составит, км:

$$L_M = \tau_M \oplus F_{Г}. \quad (33)$$

Имея в наличии информацию о численности городского населения, определяется его средняя плотность на 1 км<sup>2</sup>, тыс.чел./км<sup>2</sup>:

$$\lambda = \frac{\Lambda}{F_r}, \quad (34)$$

где  $\Lambda$  – плотность населения, тыс. чел.

Исходя из имеющихся данных о насыщении города легковыми  $q_l$  и грузовыми  $q_g$  автомобилями, следует определить необходимую плотность магистралей. Для этого определяется среднесуточный пробег легковых автомобилей, км:

- для прямоугольной, треугольной, гексагональной и радиальной схем

$$l_s = \frac{D}{2} \oplus 2 = D; \quad (35)$$

- для радиально-кольцевой схемы

$$l_s = \frac{\square D}{2} \oplus 2 = \square D; \quad (36)$$

Пробег грузовых автомобилей:

$$l_r = \frac{T_l}{t_{пв} + t_p} \oplus l_p, \quad (37)$$

где  $D$  – длина оси городской территории, км;

$T_l$  – время работы транспорта на линии ( $T_l = 9$  ч), ч;

$t_{пв}$  – погрузки и выгрузки автомобиля ( $t_{пв} = 0,5$  ч), ч;

$t_p$  – время выполнения рейса, км;

$l_p$  – длина рейса ( $l_p = D$ ), км.

С учетом принятых допущений и средней скорости сообщения грузового транспорта в городских условиях  $\nabla_{gp} = 30$  км/ч, формулу (37) можно преобразовать к виду, км:

$$l_{\Gamma} = \frac{l_1}{t_{\text{пв}} + \frac{l_p}{V_c}} \oplus l_p = \frac{9}{0,5 + \frac{D}{30}} \oplus D = \frac{270 \oplus D}{15 + D} . \quad (38)$$

Длина оси городской территории принимается равной наибольшей допустимой протяженности маршрутной сети города  $D = L_{\text{маршрут}}$ .

Среднесуточная транспортная работа всех автомобилей на УДС города может быть определена по формуле, авт.-км/сут.:

$$W_{\odot} = l_{\lambda} \oplus q_{\lambda} \oplus \wedge \oplus K_c \oplus K_{\text{лпг}} + l_{\gamma} \oplus q_{\gamma} \oplus \wedge \oplus K_c \oplus K_{\text{гпг}} ,$$

или

$$W_{\odot} = \wedge \oplus K_c \oplus (l_{\lambda} \oplus q_{\lambda} \oplus K_{\text{лпг}} + l_{\gamma} \oplus q_{\gamma} \oplus K_{\text{гпг}}) , \quad (39)$$

где  $q_{\lambda}$ ,  $q_{\gamma}$  – соответственно насыщение УДС легковыми и грузовыми автомобилями на 1000 чел. жителей города, авт./1000 чел.;

$l_{\lambda}$ ,  $l_{\gamma}$  – соответственно суточный пробег легкового и грузового автомобиля, км;  $\wedge$  – численность населения города, тыс. чел.;

$K_c$  – коэффициент выхода автомобилей на УДС города;

$K_{\text{лпг}}$ ,  $K_{\text{гпг}}$  – коэффициент приведения легковых и грузовых автомобилей к потоку легковых автомобилей ( $K_{\text{лпг}} = 1,0$ ;  $K_{\text{гпг}} = 2,0$ ).

Достаточную протяженность улиц для движения транспорта индивидуального пользования определяют из выражения, км:

$$L = \frac{W_{\odot}}{P} , \quad (40)$$

где  $P$  – пропускная способность магистральных улиц УДС, авт./сут.

Пропускная способность магистральных улиц регулируемого движения определяется по следующей формуле, авт./сут:

$$P = \frac{2 \oplus K_{\text{мн}} \oplus P_1}{K_{\text{сн}}} \quad (41)$$

где  $K_{\text{мн}}$  – коэффициент многополосности проезжей части;

$P_1$  – пропускная способность одной полосы регулируемого движения, авт./ч ( $P_1 = 450$  авт./ч);

$K_{CH}$  – коэффициент среднесуточной неравномерности движения транспорта ( $K_{CH} = 0,076$ );

2 – коэффициент, учитывающий двухстороннее движение.

Коэффициент многополосности определяется исходя из заданного количества  $n$  полос движения на магистральных улицах города (табл. 17).

Таблица 17

Значения коэффициента многополосности

Количество полос $n$	2	3	4	5	6
Коэффициент многополосности $K_{mn}$	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9

При определении пропускной способности магистральных улиц следует учитывать то обстоятельство, что первая полоса движения (крайняя правая) выделяется для движения маршрутного транспорта и кратковременной парковки автомобилей. Учитывая указанное обстоятельство, (41) преобразуется к виду, авт./сут.:

$$P = \frac{2 \oplus (K_{mn} - 1) \oplus P_1}{K_{CH}} \quad (42)$$

На основании полученных результатов, определяется плотность УДС для легкового и грузового транспорта из (33). Значения плотности маршрутной сети и необходимой улично-дорожной сети сравниваются, и выполняется заключение об уровне развития УДС города.

Удельный вес использования автобусной маршрутной сети автомобильным транспортом можно определить по формуле, %:

$$J = \frac{L}{L_M} \oplus 100, \quad (43)$$

где  $L$  – протяженность улиц для движения транспорта индивидуального пользования, км;

$L_M$  – протяженность городских автобусных магистралей, км.

Для полноты информации отметим, что в транспортно-планировочных зонах плотность распределительной сети автобусного сообщения рекомендуется планировочными нормами в пределах 1,5...3 км/км<sup>2</sup>.

Результаты расчетов, выполненных в работе следует отразить в таблице 18.

Таблица 18

## Результаты расчетов основных показателей УДС города

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Расчетные показатели
1	Площадь территории города	км <sup>2</sup>	
2	Затраты времени на передвижение автобусом (max)	мин	
3	Средняя скорость движения автобуса	км	
4	Плотность автобусной сети	км/км <sup>2</sup>	
5	Общая протяженность улиц автобусной сети	км	
6	Расстояние между улицами в сети	км	
7	Население	тыс. чел.	
8	Насыщение автомобилями на 1000 человек: легковые грузовые	авт./1000 авт./1000	
9	Расчетная суточная производительность автомобилей	авт.-км/сут.	
10	Расчетная протяженность сети для пробега автомобилей	км	
11	Плотность автомобильной сети	км/км <sup>2</sup>	
12	Удельный вес использования автобусной сети автомобилями	%	

Города, в которых численность автомобильного парка невелика и практически все пассажирские перевозки обеспечиваются автобусами, можно называть «автобусными». С ростом парка легковых автомобилей и насыщением ими города, доля автобусов в перевозках сокращается. Если число легковых автомобилей на тысячу населения значительно превышает долю пассажирского использования транспорта, такой город по характеру обслуживания в нем грузовых и пассажирских перевозок называют «автомобильным» городом.

**Пример расчета**

На основании данных (табл. 14) выполним расчет для условного города с численностью населения 20 тыс. жителей и низкой насыщенностью автомобильным транспортом.

Максимально допустимые затраты времени на поездку пассажира по малому городу определяются по таблице 15 и составляют  $T = 30$  мин. Согласно заданию, средняя скорость движения пешеходов принимается равной  $\nabla_{neu}$  и 4 км/ч, а максимальное расстояние пешеходной доступности  $l_{neu} = 0,5$  км. Тогда по (27) определяются максимально допустимые затраты времени на пешеходный подход от пункта отправления до остановочного пункта:

$$t_{neu} = \frac{60 \oplus l_{neu}}{\nabla_{neu}} = \frac{60 \oplus 0,5}{4} = 7,5 \text{ мин.}$$

Зная максимально допустимую величину времени для передвижения по городу  $T$  и определяющие ее величины, по формуле (28) определим рациональное расстояние ездки пассажира по УДС:

$$l_{en} = \frac{(T - 2t_{neu} - t_{ож}) \oplus \nabla_c}{60} = \frac{(30 - 2 \oplus 7,5 - 4) \oplus 17}{60} \text{ и } 3,12 \text{ км.}$$

Для того, чтобы рассчитать наибольшую допустимую протяженность маршрутной сети города  $L_{маршр.}$ , по таблице 16 для прямоугольной схемы УДС города определяется значение коэффициента непрямолинейности, которое составляет  $K_H = 1,27$ . Тогда, с учетом средней длины ездки пассажира 3,12 км, протяженность маршрутной сети составит

$$L_{маршр.} = \frac{l_{en}}{0,8 \oplus K_H} = \frac{3,12}{0,8 \oplus 1,27} \text{ и } 3,07 \text{ км.}$$

В качестве планировочного эталона города с местным движением можно принять территорию, площадью из (31)

$$F_{\Gamma} = L_{2маршр.} = 3,07^2 \text{ и } 9,41 \text{ км}^2.$$

В таком городе, при расстояниях между магистралями  $l_M = 0,7$  км, плотность магистральной сети составит из (32):

$$\tau^M = \frac{2}{l_M} = \frac{2}{0,7} \text{ и } 2,86 \text{ км/км}^2.$$

Общая протяженность городских автобусных магистралей, согласно (33), будет равна

$$L_M = \tau^M \oplus F_{\Gamma} = 2,86 \oplus 9,41 \text{ и } 26,91 \text{ км.}$$

Средняя плотность заселения рассматриваемого города на 1 км<sup>2</sup> распределяется следующим образом из (34):

$$\lambda = \frac{\wedge}{F_{\Gamma}} = \frac{20}{9,41} \text{ и } 2,13 \text{ тыс.чел./км}^2.$$

В задании принято насыщение города легковыми автомобилями  $q_L = 100$  авт./1000 чел. и грузовыми автомобилями  $q_{ГР} = 30$  авт./1000 чел. Расчетный суточный пробег для легкового автомобиля при прямоугольной планировке УДС города определяется по (35):

$$l_L = D = L_{маршр.} = 3,07 \text{ км.}$$

Среднесуточный пробег грузового автомобиля определяется количеством и длиной его рейсов за время работы на линии по (38). Время работы на линии принимается равным  $T_L = 9$  ч, время погрузки и выгрузки  $t_{ПВ} = 0,5$  ч, длина рейса  $l_P = D = 3,07$  км, скорость движения  $V = 30$  км/ч. Тогда пробег грузового автомобиля за сутки работы составит

$$l_G = \frac{270 \oplus D}{15 + D} : \frac{270 \oplus 3,07}{15 + 3,07} \text{ Н } 45,84 \text{ км.}$$

Согласно (39) производится расчет суточной транспортной работы грузовых и легковых автомобилей на УДС города

$$\begin{aligned} W_{\oplus} &= \wedge \oplus K_c \oplus (l_L \oplus q_L \oplus K_{\text{Л}}^L + l_G \oplus q_G \oplus K_{\text{ГР}}^G) = \\ &= 20 \oplus 0,55 \oplus (3,07 \oplus 100 \oplus 1,0 + 45,84 \oplus 30 \oplus 2,0) \text{ Н } 33630 \text{ авт.-км/сут.} \end{aligned}$$

Для определения необходимой протяженности магистральных улиц города для движения транспорта индивидуального пользования, найдем пропускную способность проезжей части магистралей по (42). Коэффициент многополосности для 2-полосной проезжей части одного направления составляет  $K_{\text{МН}} = 1,8$  (табл. 17); средняя пропускная способность полосы регулируемого движения  $P_1 = 450$  авт./ч; коэффициент среднесуточной неравномерности  $K_{\text{СН}} = 0,076$ . Тогда, при использовании на этих магистралях по две полосы для автобусного движения и остановок автомобилей, расчетная пропускная способность магистралей будет равна

$$P = \frac{2 \oplus (K_{\text{МН}} - 1) \oplus P_1}{K_{\text{СН}}} : \frac{2 \oplus (1,8 - 1) \oplus 450}{0,076} \text{ Н } 9474 \text{ авт./сут.}$$

Достаточная протяженность улиц для движения транспорта индивидуального пользования определяется из (40):

$$L = \frac{W_{\oplus}}{P} = \frac{33630}{9474} \text{ Н } 3,55 \text{ км.}$$

Плотность УДС для легкового и грузового транспорта, согласно (33), будет равна

$$\tau_{\text{М}} = \frac{L}{F_{\text{Г}}} = \frac{3,55}{9,41} \text{ Н } 0,38 \text{ км/км}^2.$$

Удельный вес использования автобусной маршрутной сети автомобильным транспортом можно определить по (43):

$$J = \frac{L}{L_M} = \frac{3,55 \oplus 100}{26,91} \text{ Н } 13 \%$$

Полученные результаты сведем в таблицу 19.

Таблица 19

Результаты расчетов основных показателей УДС города

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Расчетные показатели
1	Площадь территории города	км <sup>2</sup>	9,41
2	Затраты времени на передвижение автобусом (max)	мин	30
3	Средняя скорость движения автобуса	км	17
4	Плотность автобусной сети	км/км <sup>2</sup>	2,86
5	Общая протяженность улиц автобусной сети	км	26,89
6	Расстояние между улицами в сети	км	0,7
7	Население	тыс. чел.	20
8	Насыщение автомобилями на 1000 человек: легковые грузовые	авт./1000	100
		авт./1000	30
9	Расчетная суточная производительность автомобилей	авт.-км/сут.	33 630
10	Расчетная протяженность сети для пробега автомобилей	км	3,55
11	Плотность автомобильной сети	км/км <sup>2</sup>	0,38
12	Удельный вес использования автобусной сети автомобилями	%	13

Для города с территорией  $F_T = 9,41$  км и численностью населения 20 тыс. чел. достаточна протяженность магистральной сети  $L = 3,55$  км с плотностью сети  $T^M = 0,38$  км/км<sup>2</sup>. Для реализации пробега легковых и грузовых автомобилей плотность распределительной сети ниже, чем для маршрутной сети ( $T^M = 2,86$  км/км<sup>2</sup>). Отсюда следует вывод, что плотность сети пассажирского и автомобильного движения должна назначаться для совмещенного автобусного и автомобильного движения. В целях сокращения затрат времени пассажиров при поездках на автобусах нужна дополнительная сеть только для местного автобусного сообщения, используемая для подъезда легковых и грузовых автомобилей к объектам назначения их поездки.

В транспортно-планировочных зонах плотность распределительной сети автобусного сообщения рекомендуется планировочными нормами в пределах

1,5...3 км/км<sup>2</sup>. Анализ пробега легковых и грузовых автомобилей приводит к выводу, что нет потребности в такой плотности сети. При этом плотность маршрутной сети полностью соответствует указанным требованиям.

Из 26,89 км маршрутной сети, определенной потребностями автобусного сообщения, для пробега автомобилей требуется всего 3,55 км магистральных улиц, что соответствует использованию сети автомобилями на 13 %. Согласно полученным результатам, численность автомобильного парка в рассматриваемом городе невелика и практически все пассажирские перевозки обеспечиваются автобусами, поэтому данный город можно назвать «автобусным».

**Замечание.** Если после выполнения расчетов протяженность УДС получается значительно больше, чем протяженность маршрутной сети общественного транспорта, следует сделать следующий вывод.

На основании полученных результатов протяженность УДС превосходит требуемые значения по протяженности автобусной сети, следовательно в городе основная доля поездок осуществляется на личном автотранспорте. Маршрутная сеть в этом случае должна быть рационально распределена по территории города, а ее общая плотность должна находиться в заданных пределах. В это же время доля использования маршрутной сети значительно превышает 100 %, что свидетельствует о необходимости выделения магистралей с преобладанием потока легкового или грузового транспорта.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие основные показатели используют при описании улично-дорожной сети города?
2. Чем обусловлено ограничение времени передвижения по УДС города, как оно определяются?
3. Что понимается под плотностью транспортной сети, от каких параметров она зависит и каковы ее рациональные границы?
4. Как определяется пешеходная доступность в пределах УДС?
5. Имеется ли взаимосвязь между различными зонами города и плотностью УДС в них, если имеется, в чем она выражена?

Практическая работа № 6  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНИРОВОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ТРОТУАРОВ И ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

**Введение.** Пешеходное движение представляет собой наиболее распространенный вид передвижения людей по территории города. Не смотря на внешнюю простоту организации движения пешеходов, следует отметить, что задача эта многоплановая и зачастую более сложная, по сравнению с организацией движения транспорта. Любой специалист, действующий в области организации и безопасности дорожного движения должен безукоризненно знать и всегда помнить, что пешеход выбирает наименее затратные (с точки зрения маршрута и времени) пути передвижения. Выполняя мероприятия по разработке и организации путей движения пешеходов можно затратить много сил, времени и средств, но если в проекте не учтены особенности поведения пешеходов, на практике такой проект не только будет неэффективным, но и повысит уровень опасности для всех участников движения. Именно поэтому важно знать особенности и мероприятия, обеспечивающие безопасность движения пешеходов с точки зрения организации маршрутов и путей их движения.

**Цель работы:** освоить методику определения планировочных характеристик пешеходных переходов и тротуаров, а также условия их применения.

**Задачи работы**

- 1 Определить минимальные промежутки времени для преодоления пешеходами проезжей части в одиночном и групповом режимах.
- 2 Изучить методику определения планировочных характеристик пешеходных переходов и тротуаров.
- 3 Ознакомиться с условиями применения уличных и внеуличных пешеходных переходов.
- 4 Выполнить расчеты и сделать выводы о целесообразности применения уличного или внеуличного пешеходного перехода на исследуемом участке.

**Исходные данные**

По результатам проведенных на некоторых участках УДС города исследований составлена таблица (табл. 20), с учетом которой необходимо определить недостающие планировочные характеристики нерегулируемого пешеходного перехода и возможность его применения на заданном участке.

## Исходные данные

№ варианта	Ширина проезжей части $B_{ПЧ}$ , м	Дистанция $d_{new}$ , м	Интенсивность пешеходов $N_{new}$ , чел./ч	Ширина полосы движения пешеходов $b_n$ , м	Интервал между автомобилями $\otimes t_{TP}$ , с	Уровень загрузки дороги $z$
1	7	0,3	600	0,75	10	0,20
2	3	0,5	50	1	5	0,40
3	15	0,2	3000	0,75	15	0,12
4	10,5	0,25	1000	1	7	0,29
5	7,5	0,3	700	1	4	0,50
6	9	0,4	300	1	3	0,67
7	12	0,35	500	1	2,5	0,80
8	7,5	0,5	200	0,75	4	0,50
9	6	0,45	100	1	8	0,25
0	11,25	0,2	2000	0,75	6	0,33
<b>Пример</b>	10,5	0,4	1200	0,75	11	0,70

**Порядок выполнения работы**

Параметры нерегулируемого пешеходного перехода зависят от величины пешеходного потока и граничного интервала между автомобилями.

Минимальный интервал времени, достаточный для перехода проезжей части одним пешеходом, может быть определен по упрощенной формуле, с:

$$\otimes t_{\min} = \frac{B_{ПЧ}}{V_{new}}, \quad (44)$$

где  $B_{ПЧ}$  – ширина проезжей части (или длина пешеходного перехода), м;  
 $V_{new}$  – средняя скорость движения пешехода ( $V_{new} = 5$  км/ч Н 1,4 м/с), м/с.

Для группы пешеходов должна быть использована формула вида, с:

$$\Delta t_{new} = \frac{B_{ПЧ} + d_{new}(n+1)}{V_{new}} + t_{ЗП}, \quad (45)$$

где  $t_{ЗП}$  – время реакции и задержки первого ряда пешеходов после включения разрешающего сигнала, с;

$d_{new}$  – дистанция между рядами пешеходов, м;

$n$  – количество рядов пешеходов.

Среднее значение времени задержки первого ряда пешеходов принимают равным  $t_{3П}$  и 2 с. Количество рядов пешеходов зависит от ширины перехода, которая, в свою очередь, определяется с учетом величины пешеходного потока, м:

$$B_{III} = \frac{N_{пеш}}{500} \oplus b_n, \quad (46)$$

где  $N_{пеш}$  – интенсивность пешеходов, чел./ч;

500 – пропускная способность одной полосы перехода, чел./ч;

$b_n$  – ширина одной полосы пешеходов, м.

Для городских улиц ширина пешеходного перехода должна быть не менее 4 м. Число рядов движения пешеходов определяется из соотношения

$$n_{пеш} = \frac{B_{III}}{b_n}. \quad (47)$$

Применение нерегулируемых пешеходных переходов считается оправданным, если соотношение транспортных и пешеходных потоков удовлетворяет следующему неравенству:

$$\otimes t_{TP} > \Delta t_{пеш}, \quad (48)$$

где  $\otimes t_{TP}$  – временной интервал между автомобилями в транспортном потоке (определяется экспериментально и дано в задании), с.

В случае если неравенство (48) не выполняется, то необходимо внести предложение по организации регулируемого или внеуличного пешеходного перехода. Регулируемый пешеходный переход, согласно ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения», может быть реализован при интенсивности пешеходов более 600 чел./ч. Внеуличный переход организуют при интенсивности пешеходного потока более 3000 чел./ч или уровне загрузки улицы автомобильным движением  $z > 0,6$ . Ширину пешеходного тоннеля принимают расчетным путем по (46), исходя из его пропускной способности 2000 чел./ч (а не 500 чел./ч), а для надземного пешеходного перехода – 1500 чел./ч. Ширина одной полосы в тоннеле и на лест-

нице принимается равной 1 м. Минимальная ширина пешеходных тоннелей должна составлять не менее 3 м, а лестниц – 2,25 м.

### **Пример расчета**

Определим минимальный интервал времени, достаточный для перехода проезжей части одним пешеходом по (44):

$$\otimes t_{\min} = \frac{10,5}{1,4} = 7,5 \text{ с.}$$

Для того чтобы определить аналогичный минимальный интервал для группы пешеходов, пересекающих проезжую часть по переходу, вначале следует определить ширину пешеходного перехода из (46):

$$B_{\text{пш}} = \frac{1200}{500} \oplus 0,75 = 1,8 \text{ и } 2 \text{ м.}$$

Согласно ГОСТ Р 52289-2004 ширина пешеходного перехода в населенных пунктах должна быть не менее 4 м, поэтому принимаем  $B_{\text{пш}} = 4 \text{ м}$ .

Условное число рядов для движения пешеходов составит из (47):

$$n_{\text{new}} = \frac{4}{0,75} = 5,33 \text{ и } 5 \text{ ед.}$$

Тогда минимальное время для перехода проезжей части группой пешеходов заданной интенсивности, согласно (45), будет равно

$$\otimes t_{\text{new}} = \frac{10,5 + 0,4 \oplus (5 + 1)}{1,4} = 11,2 \text{ с.}$$

Поскольку применение нерегулируемых пешеходных переходов считается оправданным, если соотношение транспортных и пешеходных потоков удовлетворяет неравенству (48), т.е.  $\otimes t_{TP} > \otimes t_{\text{new}}$ , выполним проверку полученного результата на соответствие нормативу.

Согласно исходным данным, полученным натурными наблюдениями,  $\otimes t_{TP} = 11 \text{ с}$ , в то же время по результатам расчетов  $\otimes t_{\text{new}} = 11,2 \text{ с}$ . Следовательно  $\otimes t_{TP} < \otimes t_{\text{new}}$ , и условие (48) не выполняется.

Полученный результат свидетельствует о том, что отдельно идущие пешеходы смогут беспрепятственно выполнить переход, а пешеходы, переходящие проезжую часть в группе, могут не успеть перейти, что, в свою очередь, может повлечь за собой ДТП. Для устранения возможности возникновения такой ситуации на рассматриваемом переходе следует ввести светофорное регулирование. Согласно ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации

дорожного движения. Правила применения», регулируемый пешеходный переход целесообразно применять при интенсивности  $N_{пеш} > 600$  чел./ч. Рассматривать введение внеуличного перехода нецелесообразно, поскольку интенсивность пешеходов на участке значительно ниже 3000 чел./ч.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие объекты являются источниками формирования пешеходных потоков, каков характер пешеходных потоков в этих местах?
2. Как определяется пропускная способность пешеходных переходов?
3. Какие данные нужны для расчета пропускной способности тротуара?
4. Какие требования предъявляются к организации тротуаров и пешеходных переходов в населенных пунктах?
5. Каковы основные критерии выбора и применения регулируемых и внеуличных пешеходных переходов?

Практическая работа № 7  
ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
НА УЧАСТКЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

**Введение.** При выполнении различного рода проектных работ и изысканий на УДС городов одной из немаловажных составляющих является оценка степени потенциальной опасности на действующем или разрабатываемом участке. Инженеру по управлению на транспорте необходимо знать методы по оценке безопасности движения на различных участках городских улиц. При этом основное внимание следует уделять наиболее конфликтным зонам – регулируемым и нерегулируемым перекресткам, а также пересечениям с трамвайными и железнодорожными путями. В данной работе, наряду с методами, которые изучаются в дисциплине «Организация дорожного движения», рассматриваются методики, основанные на использовании статистики данных ДТП. Они отражены в нормативном документе ВСН 25-86 «Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» и широко применяются в дорожных и иных проектных организациях.

**Цель работы:** освоить методы оценки безопасности дорожного движения на различных участках УДС города.

**Задачи работы:**

- 1 Изучить схему движения транспорта на участке УДС города.
- 2 Познакомиться с методами оценки безопасности дорожного движения на различных участках УДС города.
- 3 Выполнить расчеты и сделать выводы о степени аварийности и уровне обеспечения безопасности на исследуемом участке.

**Исходные данные**

Данная работа разбита на три этапа по определению безопасности движения: на нерегулируемом перекрестке; регулируемом перекрестке; на железнодорожном переезде.

Исходные данные для определения безопасности движения на перекрестках представлены в таблице 21, для железнодорожного переезда – в таблице 22. Схема организации движения транспорта на нерегулируемом перекрестке отражена на рисунке 12; на регулируемом перекрестке – на рисунке 13.

Показанные на рисунке 12 конфликтные точки соответствуют следующим конфликтам:

- окружностью обозначены точки пересечения потоков;
- квадратом обозначены точки отклонения потоков;
- треугольником обозначены точки слияния потоков.

Таблица 21

Данные для регулируемого и нерегулируемого перекрестков

Вариант	Интенсивность движения													
	автотранспорта, авт./ч											пешеходов, чел./ч		трамваев, ед./ч
	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N_4$	$N_5$	$N_6$	$N_7$	$N_8$	$N_9$	$N_{10}$	$N_{11}$	$N_{n1}$	$N_{n2}$	$N_T$
1	20	150	40	80	800	120	20	300	70	900	30	500	300	20
2	40	200	50	60	700	140	10	400	90	700	40	300	400	10
3	80	100	60	40	900	100	30	200	110	700	50	200	300	5
4	120	300	70	20	600	160	50	300	50	400	60	600	500	15
5	30	400	80	70	1000	80	40	500	40	900	50	100	200	30
6	50	100	70	50	600	110	10	100	80	600	40	400	500	25
7	60	250	60	30	400	70	20	200	30	500	30	800	300	30
8	90	300	50	10	500	130	30	200	20	300	40	600	400	25
9	110	100	40	90	500	90	40	50	100	600	50	200	300	20
0	70	200	30	20	800	150	50	200	60	800	60	700	500	5
<b>Пример</b>	10	350	20	100	650	60	5	250	10	850	70	900	200	10

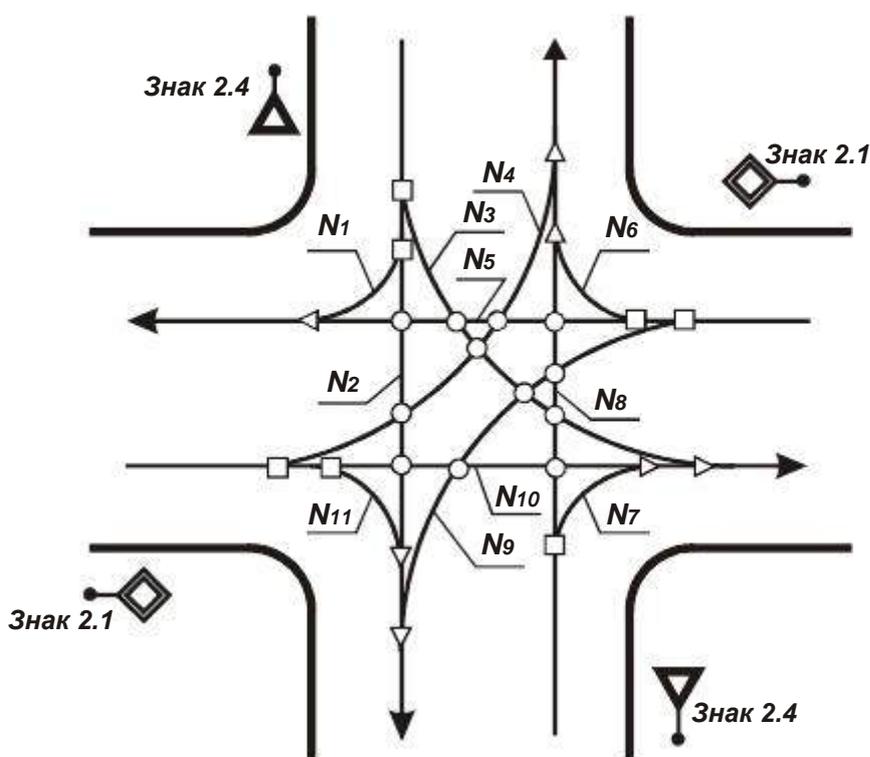


Рис. 12. Схема конфликтных точек на нерегулируемом перекрестке

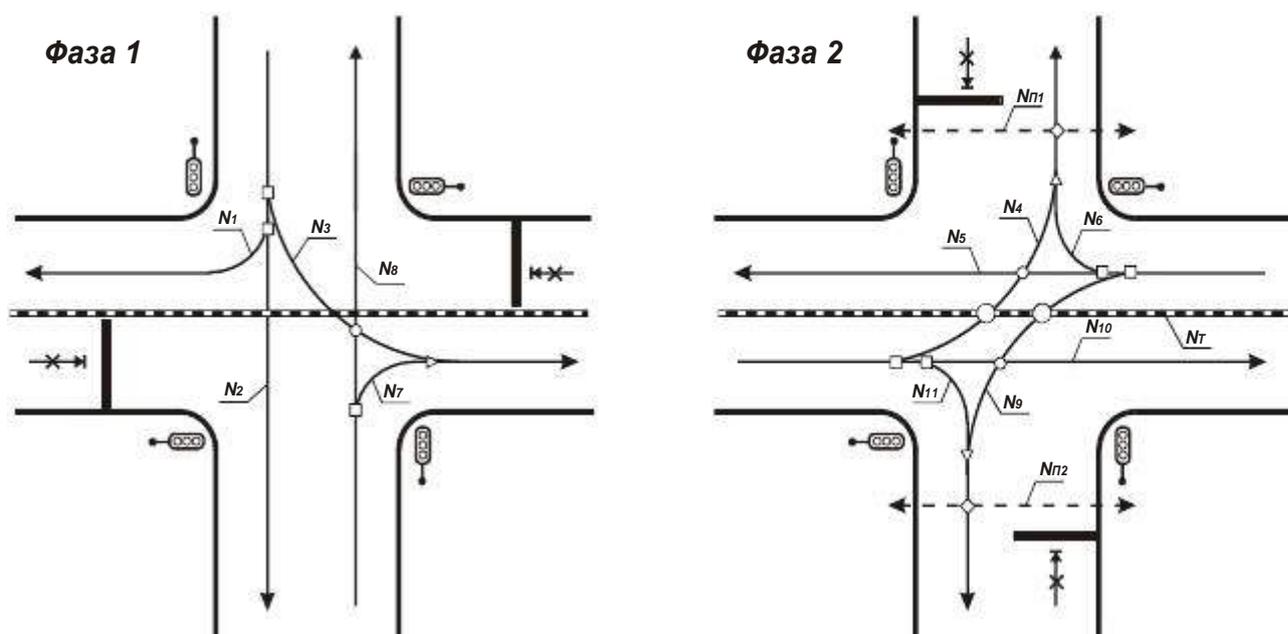


Рис. 13. Схема конфликтных точек на регулируемом перекрестке

На рисунке 13 пунктирной линией со стрелками показано направление движения пешеходов; в виде ромба обозначены точки конфликта транспортного и пешеходного потоков; крестом обозначены конфликтные точки наезда перед «стоп»-линией; штрих-пунктир обозначает трамвайные пути.

Таблица 22

Данные по действующему железнодорожному переезду

Вариант	Интенсивность		Расстояние видимости, м	Радиус кривой в плане, м	Продольный уклон дороги, ‰	Степень оборудования переезда
	поездов, %	автомобилей, авт./сут.				
1	1	1200	120	500	50	Автоматический шлагбаум с автоматической световой сигнализацией
2	20	5000	60	30	30	Механизированные шлагбаумы с оповестительной сигнализацией
3	3	3000	310	70	0	Автоматическая светофорная сигнализация
4	25	12000	90	1200	20	Автоматический шлагбаум с автоматической световой сигнализацией
5	8	6000	140	20	60	Механизированные шлагбаумы без сигнализации
6	2	800	420	600	10	Искусственное освещение
7	11	1500	380	400	40	Механизированные шлагбаумы без сигнализации
8	21	200	240	80	70	Дорожные знаки
9	18	6500	30	140	0	Автоматическая светофорная сигнализация
0	6	400	290	190	20	Искусственное освещение
<b>Пример</b>	20	10000	80	900	30	Дорожные знаки

### **Порядок выполнения работы**

#### *Оценка безопасности движения на нерегулируемых перекрестках*

На пересечениях в одном уровне безопасность движения зависит от направления и интенсивности пересекающихся потоков, числа точек пересечения, отклонения и слияния потоков движения - конфликтных точек, а также от расстояния между этими точками. Если расстояние между конфликтными точками меньше 10...15 м, уровень аварийности в таких зонах повышается в 2...2,5 раза. При этом следует знать, что чем больше автомобилей проходит через конфликтную точку, тем больше вероятность возникновения в ней ДТП.

Опасность конфликтной точки можно оценить по возможной аварийности в ней (количество ДТП за 1 год на 10 млн. авт.):

$$q_i = K_i M_i N_i \frac{25}{K_\Gamma} 10^{-7}, \quad (49)$$

где  $K_i$  – относительная аварийность конфликтной точки (табл. 23), ДТП/10 млн. авт.;

$M_i, N_i$  – интенсивности движения пересекающихся в данной конфликтной точке потоков, авт./сут.;

$K_\Gamma$  – коэффициент годовой неравномерности движения (при натурных наблюдениях принимают по ВСН 25-86);

25 – коэффициент, учитывающий среднее количество рабочих дней в месяце, в течение которых загрузка дорог резко превышает загрузку в нерабочие дни.

При расчетах, проводимых для существующих дорог, коэффициент  $K_\Gamma$  принимают для месяца, в который проводился учет интенсивности движения. Для вновь проектируемых дорог и при недостатке исходной информации отношение  $25/K_\Gamma$  принимают равным.

$$25/K_\Gamma = 365.$$

Поскольку для определения опасности конфликтной точки необходима информация о суточной интенсивности движения транспорта, а исходные данные представлены в виде ее часового значения, все заданные величины по автотранспорту следует привести к суточному показателю, используя формулу вида, авт./сут.:

$$N_i = \frac{N_i}{0,076}, \quad (50)$$

где 0,076 – переводной коэффициент к среднесуточной интенсивности.

Таблица 23

## Значения коэффициентов относительной аварийности

Условия движения	Направление движения автомобилей	Характеристика пересечения	Значения коэффициентов относительной аварийности, ДТП/10 млн авт.	
			необорудованное пересечение	канализированное пересечение
Слияние потоков	Правый поворот	Радиус поворота: $R < 15$ м	0,0250	0,0200
		$R = 15$ м	0,0040	0,0020
		$R = 15$ м, переходные кривые	0,0008	0,0008
		$R = 15$ м, переходно-скоростные полосы, переходные кривые	0,0003	0,0003
Слияние потоков	Левый поворот	$R = 10$ м	0,0320*	0,0022
		$10,0 < R < 25$ м	0,0025*	0,0017*
		$10,0 < R < 25$ м, переходно-скоростные полосы	0,0005	0,0005
Пересечение потоков		Угол пересечения: $0 < \delta < 30$	0,0080	0,0040
		$30 < \delta < 50$	0,0050	0,0025
		$50 < \delta < 75$	0,0036	0,0018
		$75 < \delta < 90$	0,0056	0,0018
		$90 < \delta < 120$	0,0120	0,0060
		$120 < \delta < 150$	0,0210	0,0105
		$150 < \delta < 180$	0,0350	0,0175
Разделение потоков	на правом повороте	Радиус поворота: $R < 15$ м	0,0200	0,0200
		$R = 15$ м	0,0060	0,0060
		$R \in 15$ м, переходные кривые	0,0005	0,0005
		$R > 15$ м, переходные кривые с переходной полосой	0,0001	0,0001
Разделение потоков	на левом повороте	$R < 10$ м	0,0300	0,0300
		$10 \delta R < 25$ м	0,0040	0,0025
		$10 < R \delta 25$ м, переходно-скоростные полосы	0,0010	0,0010
Два поворачивающих потока		Разделение двух потоков	0,0015	0,0010
		Пересечение двух левоповоротных потоков	0,0020	0,0005
		Слияние двух поворачивающих потоков	0,0025	0,0012

\* Для определения  $K_i$  в этом случае данные таблицы нужно умножить на коэффициент  $K_i$

В тексте расчет по (50) можно не приводить, достаточно составить таблицу с исходной (часовой интенсивностью) и результаты расчета суточной интенсивности.

Таблица 24

Значения коэффициента  $K_{\zeta}$ 

Угол пересечения дорог, град	до 30	40	50...75	90	120	150	180
$K_{\zeta}$	1,8	1,2	1,0	1,2	1,9	2,1	3,4

Общая опасность пересечения определяется суммированием значений опасности каждой конфликтной точки, то есть

$$G = \sum_{i=1}^n q_i, \quad (51)$$

где  $n$  – число конфликтных точек на пересечении.

Степень опасности пересечения оценивается показателем безопасности движения (показатель относительной аварийности), характеризующим количество ДТП на 10 млн. автомобилей, прошедших через пересечение:

$$K_a = \frac{G \oplus 10^7 \cdot K_{\Gamma}}{(M + N) \cdot 25}, \quad (52)$$

где  $G$  – теоретически вероятное количество ДТП на пересечении за 1 год;  
 $M, N$  – интенсивности движения на главной и второстепенной дороге, авт./сут.;

$K_{\Gamma}$  – коэффициент годовой неравномерности движения.

Показатель  $K_a$  характеризует степень обеспечения безопасности движения, по нему можно судить об уровне опасности пересечения (табл. 25).

При  $K_a < 8$  пересечение считается малоопасным, при  $K_a > 8$  необходимы мероприятия по повышению безопасности движения. Такие пересечения подлежат детальной оценке со сбором и анализом данных о ДТП, интенсивностях и составе движения, характеристиках планировки, состоянии проезжей части обеих сторон, всех съездов и расстояний видимости. В зависимости от показателя аварийности для нерегулируемого пересечения рекомендуются мероприятия по повышению безопасности движения (табл. 26).

Таблица 25

## Степень опасности пересечений в одном уровне

Значения $K_a$	до 3	3...8	8...12	более 12
Опасность пересечения	не опасное	мало опасное	опасное	очень опасное

Таблица 26

## Перечень основных мероприятий по повышению безопасности движения

Значения $K_a$	Основные мероприятия
менее 8	Обеспечение обзорности на пересечении, расстановка дорожных знаков
8...12	То же, разметка проезжей части, освещение поверхности пересечения
12...16	То же, частичное канализирование движения
16 и более	Строительство полностью канализированного пересечения, замена X-образного пересечения кольцевым или введение светофорного регулирования

*Оценка безопасности движения на регулируемых перекрестках*

Безопасность движения на пересечениях со светофорным регулированием оценивают также по степени опасности конфликтных точек. В отличие от нерегулируемых пересечений на регулируемых выделяют шесть основных конфликтов (табл. 27).

Таблица 27

## Значения коэффициентов относительной аварийности

Взаимодействие потоков	Схемы движения	Опасность конфликтной точки, ДТП/10 млн. авт.
Разделение: повороты без помех с полосы прямого или поворотного движения		0,000100
левый поворот при наличии помех с других полос		0,000102
Пересечение левоповоротного потока с прямым		0,000048
Пересечение автомобильных потоков с трамвайным движением		0,000207
Слияние на одной полосе		0,000968
Наезд на автомобили при подходе к «стоп»-линии		0,012425*

\* При оценке опасности этой конфликтной точки используют сумму всех потоков, подходящих к пересечению.

Наиболее опасными конфликтными точками на регулируемых перекрестках являются наезды у «стоп»-линии и слияния на одной полосе. При совершенствовании организации движения за счет планировочных решений эти конфликтные точки подлежат устранению в первую очередь.

Опасность конфликтных точек (за исключением наездов) на перекрестках со светофорным регулированием определяются по формуле:

$$q_i = K_i M_i N_i \oplus 10^{-2}, \quad (53)$$

где  $K_i$  – относительная аварийность конфликтной точки (табл. 27), ДТП/10 млн. авт.;

$M_i, N_i$  – интенсивности потоков, пересекающихся в данной конфликтной точке, авт./ч.

Число наездов у «стоп»-линии определяется для всех фаз одновременно:

$$q_H = K_H \oplus (M_{\odot} + N_{\odot}) \oplus 10^{-2}, \quad (54)$$

где  $K_H$  – опасность наезда, ДТП/10 млн. авт.;

$M_{\odot}, N_{\odot}$  – суммарная интенсивность движения у пересечения, авт./ч.

Возможную аварийность на перекрестке можно определить по формуле

$$G_P = 0,468 + q_H + \sum_{i=1}^n q_i, \quad (55)$$

где  $n$  – число конфликтных точек.

Для оценки безопасности движения пешеходов на регулируемом пересечении используют формулу вида

$$G_{II} = 0,0025 + 0,92 \oplus 10^{-3} \oplus \sum_{i=1}^m N_{II0,25} \oplus N_{TP}, \quad (56)$$

где  $N_{II}$  – интенсивность движения пешеходов по переходу, чел./ч;

$N_{TP}$  – суммарная интенсивность движения транспорта через пешеходный переход, авт./ч;

$m$  – число пешеходных переходов на перекрестке.

Общее число ДТП за один год на регулируемом пересечении следует определять с учетом движения пешеходов:

$$G = G_p + G_n . \quad (57)$$

Уровень обеспеченности безопасности движения на пересечениях оценивают показателем аварийности:

$$K_a = \frac{G \oplus 10}{(M + N) K_r} \cdot 0,076 \cdot 25 , \quad (58)$$

где  $G$  – теоретически вероятное количество ДТП на пересечении за 1 год;

$M, N$  – интенсивности движения на главной и второстепенной дороге, авт./ч;

$K_r$  – коэффициент годовой неравномерности движения;

0,076 – переводной коэффициент часовой интенсивности движения транспорта в суточную.

#### *Оценка безопасности движения на железнодорожных переездах*

Безопасность движения на железнодорожных переездах оценивается по значению итогового коэффициента аварийности:

$$K_{итог} = K_{1(n)} \oplus K_{2(n)} \oplus K_{3(n)} \oplus K_{4(n)} \oplus K_{5(n)} \oplus K_{6(n)} , \quad (59)$$

где  $K_{i(n)}$  – частные коэффициенты, учитывающие характеристики движения и планировочные параметры переезда (определяются по табл. 28-33).

Проектные решения для новых переездов и подходов к ним должны обеспечивать  $K_{итог} \delta 15 \dots 20$ . На существующих переездах и подходах к ним рекомендуется выполнять следующие мероприятия:

а) при  $K_{итог} = 10 \dots 20$  необходимо обеспечивать видимость переезда и поезда, устанавливать знаки и наносить разметку проезжей части;

б) при  $K_{итог} > 20 \dots 40$  следует оборудовать переезды средствами защиты, ограничить скорость движения на подходах к переезду, на участках спусков с уклоном более 30 ‰ устраивать шероховатую поверхностную обработку.

Таблица 28

Значения  $K_{1(n)}$ , учитывающего интенсивность движения поездов на участке

Фактическая интенсивность движения поездов, % от общей суммарной приведенной интенсивности	< 2	2-5	5-10	10-15	15-20	> 20
$K_{1(n)}$	0,35	0,40	0,62	1,15	1,75	2,15

Таблица 29

Значения  $K_{2(n)}$ , учитывающего интенсивность движения автомобилей на участке

Интенсивность движения по автомобильной дороге, авт./сут	< 500	500...1000	1000...3000	3000...5000	5000...7000	> 7000
$K_{2(n)}$	0,42	0,55	0,80	1,14	1,50	2,05

Таблица 30

Значения  $K_{3(n)}$ , учитывающего расстояние видимости переезда

Расстояние видимости переезда и поезда, м	≥ 400	300...400	200...300	100...200	50...100	< 50
$K_{3(n)}$	1,00	1,42	2,50	4,00	5,15	6,5

Таблица 31

Значения  $K_{4(n)}$ , учитывающего степень оборудования переезда

Оборудование переезда	Коэффициент $K_{4(n)}$
Автоматический шлагбаум с автоматической световой сигнализацией	1,00
Автоматическая светофорная сигнализация	1,10
Механизированные шлагбаумы с оповестительной сигнализацией	1,95
Механизированные шлагбаумы без сигнализации	3,24
Искусственное освещение	4,82
Дорожные знаки	7,45

Таблица 32

Значения  $K_{5(n)}$ , учитывающего радиус кривой в плане на подходе к переезду

Радиус кривой в плане на подходе к переезду, м	< 50	50...75	75...100	100...150	150...200	> 200
$K_{5(n)}$	8,91	5,80	4,40	3,21	1,45	1,00

Таблица 33

Значения  $K_{6(n)}$ , учитывающего продольный уклон дороги перед переездом

Уклон автомобильной дороги на спуске, ‰	< 20	30	40	50	60	> 60
$K_{6(n)}$	1,00	1,38	2,45	2,72	2,81	3,64

**Пример расчета****1 Оценка безопасности движения для нерегулируемого перекрестка**

На основании исходных данных, (табл. 21, рис. 12), используя (50), выполним перерасчет часовой интенсивности движения транспорта в суточную. Результаты расчета отражены в таблице 34.

Таблица 34

Значения часовой и суточной интенсивности движения на исследуемом участке

Размерность	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N_4$	$N_5$	$N_6$	$N_7$	$N_8$	$N_9$	$N_{10}$	$N_{11}$
авт./ч	10	350	20	100	650	60	5	250	10	850	70
авт./сут.	132	4605	263	1316	8553	789	66	3289	132	11184	921

После необходимых преобразований определяется общее число конфликтных точек на перекрестке. Как видно из схемы (рис. 12), число таких точек составляет 26. Далее необходимо определить степень опасности каждой конфликтной точки.

Первоначально поочередно рассмотрим все точки пересечения потоков для необорудованного пересечения (на схеме их 12):

- пересечения под прямым углом (4 точки):

$$q_1 = 0,0056 \oplus N_2 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0056 \oplus 4605 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 8,05 ,$$

$$q_2 = 0,0056 \oplus N_2 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0056 \oplus 4605 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 10,53 ,$$

$$q_3 = 0,0056 \oplus N_8 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0056 \oplus 3289 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 5,75 ,$$

$$q_4 = 0,0056 \oplus N_8 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0056 \oplus 3289 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 7,52 ;$$

- пересечения левоповоротных и прямого потоков под углом  $\langle = 50 \dots 75^\circ$  (таких точек 6):

$$q_5 = 0,0036 \oplus N_3 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0036 \oplus 263 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 0,27 ,$$

$$q_6 = 0,0036 \oplus N_4 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0036 \oplus 1316 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 1,48 ,$$

$$q_7 = 0,0036 \oplus N_9 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0036 \oplus 132 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 0,06 ,$$

$$q_8 = 0,0036 \oplus N_3 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0036 \oplus 263 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 0,11 ,$$

$$q_9 = 0,0036 \oplus N_9 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0036 \oplus 132 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 0,19 ,$$

$$q_{10} = 0,0036 \oplus N_4 \oplus N_2 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,0036 \oplus 1316 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 0,80 ;$$

- взаимное пересечение двух левоповоротных потоков (2 точки):

$$q_{11} = 0,002 \oplus N_3 \oplus N_4 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,002 \oplus 263 \oplus 1316 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 0,03 ,$$

$$q_{12} = 0,002 \oplus N_3 \oplus N_9 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,002 \oplus 263 \oplus 132 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ H } 0,01 .$$

Следующим этапом выполняется расчет степени опасности точек отклонения (разделения) потоков (таких точек на схеме 7):

- при выполнении правого поворота радиусом  $R < 15$  м (4 точки):

$$q_{13} = 0,02 \oplus N_1 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,02 \oplus 132 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 0,44 ,$$

$$q_{14} = 0,02 \oplus N_6 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,02 \oplus 789 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 4,93 ,$$

$$q_{15} = 0,02 \oplus N_7 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,02 \oplus 66 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 0,16 ,$$

$$q_{16} = 0,02 \oplus N_{11} \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,02 \oplus 921 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 7,52 ;$$

- при выполнении левого поворота радиусом  $R = 10 \dots 25$  м (3 точки):

$$q_{17} = 0,004 \oplus N_3 \oplus N_2 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,004 \oplus 263 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 0,18 ,$$

$$q_{18} = 0,004 \oplus N_9 \oplus N_6 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,004 \oplus 132 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 0,16 ,$$

$$q_{19} = 0,004 \oplus N_4 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,004 \oplus 1316 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 2,15 .$$

Далее определяем оставшиеся нерассмотренными конфликтные точки слияния потоков (таких точек на схеме 7):

- при выполнении правого поворота радиусом  $R < 15$  м (4 точки):

$$q_{20} = 0,025 \oplus N_1 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,025 \oplus 132 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 1,03 ,$$

$$q_{21} = 0,025 \oplus N_6 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,025 \oplus 789 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 2,37 ,$$

$$q_{22} = 0,025 \oplus N_7 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,025 \oplus 66 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 0,67 ,$$

$$q_{23} = 0,025 \oplus N_{11} \oplus N_2 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,025 \oplus 921 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 3,87 ;$$

- при выполнении левого поворота радиусом  $R = 10 \dots 25$  м (3 точки) для угла пересечения дорог  $\angle = 90^\circ$  (с учетом коэффициента  $K_a$ ):

$$q_{24} = (0,0025 \oplus 1,2) \oplus N_3 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,003 \oplus 263 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 0,32 ,$$

$$q_{25} = (0,0025 \oplus 1,2) \oplus N_4 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,003 \oplus 1316 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 0,47 ,$$

$$q_{26} = (0,0025 \oplus 1,2) \oplus N_9 \oplus N_2 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma = 0,003 \oplus 132 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10 \quad \gamma \text{ Н } 0,05 .$$

На основании полученных результатов определим по (51) опасность пересечения:

$$\begin{aligned} & \overset{26}{\text{+++++++=}} && 19,011,006,048,127,052,775,553,1005,8qG \\ & \underset{i=1}{\text{+++++++=}} && \\ & + 0,80 + 0,03 + 0,01 + 0,44 + 4,93 + 0,16 + 7,52 + 0,18 + 0,16 + 2,15 + \\ & + 1,03 + 2,37 + 0,67 + 3,87 + 0,32 + 0,47 + 0,05 = 59,12 . \end{aligned}$$

Для определения степени опасности пересечения найдем величину суточной интенсивности движения транспорта на главном и второстепенном направлениях:

- на главной дороге

$$M = (N_5 + N_6 + N_9) + (N_4 + N_{10} + N_{11}) = (8553 + 789 + 132) + (1316 + 11184 + 921) = 22895 \text{ авт./сут.};$$

- на второстепенной дороге

$$N = (N_1 + N_2 + N_3) + (N_7 + N_8) = (132 + 4605 + 263) + (66 + 3289) = 8355 \text{ авт./сут.}$$

Тогда степень опасности перекрестка, согласно (52), будет равна

$$K_a = \frac{G \oplus 10_7}{(M + N)} \oplus 365 = \frac{59,12 \oplus 10_7}{(22895 + 8355)} \oplus 365 \text{ и } 51,83 .$$

Полученное значение степени опасности перекрестка за год значительно превышает не только минимально допустимое, но и максимальное значение  $K_a > 16$ . Данное пересечение считается очень опасным ( $K_a > 12$ ).

На этом пересечении необходимо выполнить детальную оценку со сбором и анализом данных о ДТП, интенсивности и составе движения, характеристиках планировки, состоянии проезжей части, всех съездов и расстояний видимости. В качестве наиболее приоритетных мероприятий (табл. 26) можно выделить строительство полностью канализированного пересечения, замену X-образного пересечения кольцевым, введение светофорного регулирования.

## 2 Оценка безопасности движения для регулируемого перекрестка

Исходные данные для расчета представлены в таблице 21 и на рисунке 13. Для регулируемого перекрестка количество конфликтных точек определяется обобщением конфликтов во всех фазах светофорного регулирования (точек конфликта транспортного потока на схеме 15; наезда в створе «стоп»-линии – 4; конфликта транспортного и пешеходного потоков – 2).

Рассмотрим первую фазу:

- точки пересечения левоповоротного потока с прямым (1 точка):

$$q_1 = 0,000048 \oplus N_3 \oplus N_8 \oplus 10_2 = 0,000048 \oplus 20 \oplus 250 \oplus 10_2 \text{ и } 0,0024 ;$$

- точки отклонения без помех с полосы прямого направления (2 точки):

$$q_2 = 0,0001 \oplus N_1 \oplus N_2 \oplus 10_2 = 0,0001 \oplus 10 \oplus 350 \oplus 10_2 \text{ и } 0,0035 ,$$

$$q_3 = 0,0001 \oplus N_7 \oplus N_8 \oplus 10_2 = 0,0001 \oplus 5 \oplus 250 \oplus 10_2 \text{ и } 0,0013 ;$$

- точки отклонения при выполнении левого поворота и наличии помех с других полос (1 точка):

$$q_4 = 0,000102 \oplus N_3 \oplus N_2 \oplus 10_2 = 0,000102 \oplus 20 \oplus 350 \oplus 10_2 \text{ и } 0,0071 ;$$

- точки слияния на одной полосе (1 точка):

$$q_5 = 0,000968 \oplus N_3 \oplus N_7 \oplus 10 \text{ }_2 = 0,000968 \oplus 20 \oplus 5 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0010 .$$

Аналогичным образом рассматривается опасность конфликтных точек на перекрестке для второй фазы:

- точки пересечения левоповоротного потока с прямым (2 точки):

$$q_6 = 0,000048 \oplus N_5 \oplus N_4 \oplus 10 \text{ }_2 = 0,000048 \oplus 650 \oplus 100 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0312 ,$$

$$q_7 = 0,000048 \oplus N_9 \oplus N_{10} \oplus 10 \text{ }_2 = 0,000048 \oplus 10 \oplus 850 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0041 ;$$

- точки пересечения автомобильного потока с трамваями (2 точки):

$$q_8 = 0,000207 \oplus N_9 \oplus N_T \oplus 10 \text{ }_2 = 0,000207 \oplus 10 \oplus 10 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0002 ,$$

$$q_9 = 0,000207 \oplus N_{11} \oplus N_T \oplus 10 \text{ }_2 = 0,000207 \oplus 70 \oplus 10 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0014 ;$$

- точки отклонения без помех с полосы прямого направления (2 точки):

$$q_{10} = 0,0001 \oplus N_5 \oplus N_6 \oplus 10 \text{ }_2 = 0,0001 \oplus 650 \oplus 60 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0390 ,$$

$$q_{11} = 0,0001 \oplus N_{10} \oplus N_{11} \oplus 10 \text{ }_2 = 0,0001 \oplus 850 \oplus 70 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0595 ;$$

- точки отклонения при выполнении левого поворота и наличии помех с других полос (2 точки):

$$q_{12} = 0,000102 \oplus N_4 \oplus N_{10} \oplus 10 \text{ }_2 = 0,000102 \oplus 100 \oplus 850 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0867 ,$$

$$q_{13} = 0,000102 \oplus N_5 \oplus N_9 \oplus 10 \text{ }_2 = 0,000102 \oplus 650 \oplus 10 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0066 ;$$

- точки слияния на одной полосе (2 точки):

$$q_{14} = 0,000968 \oplus N_4 \oplus N_6 \oplus 10 \text{ }_2 = 0,000968 \oplus 100 \oplus 60 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0581 ,$$

$$q_{15} = 0,000968 \oplus N_9 \oplus N_{11} \oplus 10 \text{ }_2 = 0,000968 \oplus 10 \oplus 70 \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,0068 .$$

Совокупная опасность наезда в створе «стоп»-линии определяется одновременно для первой и второй фаз:

$$q_H = K_H \oplus (M_{\oplus} + N_{\oplus}) \oplus 10 \text{ }_2 = 0,012425 \oplus ((N_4 + N_{10} + N_{11} + N_5 + N_6 + N_9) + \\ + (N_7 + N_8 + N_1 + N_2 + N_3)) \oplus 10 \text{ }_2 = 0,012425 \oplus ((100 + 850 + 70 + 650 + \\ + 60 + 10) + (5 + 250 + 10 + 350 + 20)) \oplus 10 \text{ }_2 \text{ H } 0,2951 .$$

Возможная аварийность на перекрестке, согласно (55) составит

$$\left( \sum_{i=1}^{15} q_i \right) = 0,0035 + 0,00024 + 0,02951 + 0,0468 + 0,0468,0 \text{ }_{iHP} \text{ }_{qqG} \\ + 0,0013 + 0,0071 + 0,001 + 0,0312 + 0,0041 + 0,0002 + 0,0014 + \\ + 0,0039 + 0,0595 + 0,0867 + 0,0066 + 0,0581 + 0,0068) = 0,136 .$$

Определим безопасность движения пешеходов из (56):

$$G_{II} = 0,0025 + 0,92 \oplus 10 \oplus \bigoplus_{i=1}^2 (N_{II,25} \oplus N_{TP}) = 0,0025 + 0,92 \oplus 10 \oplus \bigoplus (N_{II,125} \oplus (N_4 + N_6) + N_{II,225} \oplus (N_9 + N_{11})) = 0,0025 + 0,92 \oplus 10 \oplus \bigoplus (900_{0,25} \oplus (100 + 60) + 200_{0,25} \oplus (10 + 70)) \text{ И } 1,086.$$

Общее число ДТП на пересечении будет равно из (57)

$$G = G_P + G_{II} = 0,136 + 1,086 = 1,222.$$

Для определения коэффициента аварийности определим часовую интенсивность движения транспорта на главном и второстепенном направлениях:

- на главной дороге

$$M = (N_5 + N_6 + N_9) + (N_4 + N_{10} + N_{11}) + N_7 = (650 + 60 + 10) + (100 + 850 + 70) + 10 = 1750 \text{ авт./ч};$$

- на второстепенной дороге

$$N = (N_1 + N_2 + N_3) + (N_7 + N_8) = (10 + 350 + 20) + (5 + 250) = 635 \text{ авт./ч}.$$

Коэффициент аварийности за год определяется по (58):

$$K_a = \frac{G \oplus 10_7 \oplus 0,076}{(M + N)} \oplus \frac{1}{365} = \frac{1,222 \oplus 10_2 \oplus 0,076}{(1750 + 635)} \oplus \frac{1}{365} \text{ И } 1,07.$$

Значение коэффициента аварийности характеризует рассматриваемое регулируемое пересечение как неопасное, т.к.  $K_a < 3$ .

### 3 Оценка безопасности движения на железнодорожных переездах

Безопасность движения на железнодорожных переездах определяется исходя из конкретных условий расположения железнодорожного переезда, то есть его планировки, а также интенсивности движения автомобильного транспорта и поездов через рассматриваемый участок.

На основании исходных данных по исследуемому переезду (табл. 22) определим значения соответствующих коэффициентов:

- по таблице 28 значение коэффициента  $K_{1(n)}$  при интенсивности движения поездов на участке 20 ед./сут. составляет  $K_{1(n)} = 1,75$ ;

- значение коэффициента  $K_{2(n)}$  при интенсивности движения автомобилей на участке 10 000 ед./сут. (табл. 29) составляет  $K_{2(n)} = 2,05$ ;

- коэффициент  $K_{3(n)}$ , учитывающий расстояние видимости переезда, равное 80 м, согласно таблице 30, соответствует значению  $K_{3(n)} = 5,15$ ;

- на основании таблицы 31 для переезда, оборудованного только дорожными знаками, коэффициент  $K_{4(n)} = 7,45$ ;

- учитывая радиус кривой в плане на подходе к переезду  $R = 900$  м, значения  $K_{5(n)} = 1,0$  (табл. 32);

- наличие продольного уклона на участке, величиной 30 ‰ дает величину коэффициента  $K_{6(n)} = 1,38$  (табл. 33).

Определим безопасность движения на переезде по (59):

$$K_{умог} = K_{1(n)} \oplus K_{2(n)} \oplus K_{3(n)} \oplus K_{4(n)} \oplus K_{5(n)} \oplus K_{6(n)} = 1,75 \oplus 2,05 \oplus 5,15 \oplus 7,45 \oplus 1,0 \oplus 1,38 = 190.$$

Поскольку  $K_{умог} \gg 40$ , данный переезд следует оборудовать средствами защиты, ограничить скорость движения на подходах к нему, выполнить шероховатую поверхностную обработку на уклонах.

### ***Контрольные вопросы***

1. В чем отличие понятий опасности и аварийности?
2. Как оценить опасность конфликтной точки на пересечении?
3. В чем заключается метод оценки безопасности движения на пересечениях, основанный на использовании данных статистики ДТП?
4. Какие характеристики должны учитываться при определении степени опасности пересечения?
5. Какие характеристики учитываются при определении степени опасности железнодорожного переезда?
6. Какой отчетный период времени используется при определении аварийности и опасности на перекрестке, к какому числу автомобилей относят принятую величину ДТП?
7. В чем разница при оценке опасности или аварийности на регулируемом и нерегулируемом перекрестках?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

## Основная литература

1. Иодо И. А. Градостроительство и территориальная планировка [Текст] : учеб. пособие / И. А. Иодо, Г. А. Потаев. – Ростов н/Д : Феникс, 2018. – 286 с.

## Дополнительная литература

1. Транспортная инфраструктура [Электронный ресурс] : методические указания для выполнения самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов / Р. А. Кораблев; Мин. обр. и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2021. – 24 с.

2. Ременцов А. Н. Автомобили и автомобильное хозяйство. Введение в специальность [Текст] : доп. УМО по образованию в обл. трансп. машин и трансп.-технол. комплексов в качестве учеб. / А. Н. Ременцов. – М. : Академия, 2021. – 192 с.

3. Вестник Московского автомобильно-дорожного института [Текст] : журнал / М-во образования Рос. Федерации, Моск. автомоб.-дорож. ин-т (гос. техн. ун-т). – М. : Изд-во МАДИ (ГТУ), 2003 -.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

**Утверждаю:**

Председатель учебно-методической  
комиссии по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов



(подпись)

О.А.Тетерина

(Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г

**ФАКУЛЬТЕТ АВТОДОРОЖНЫЙ**

**КАФЕДРА «ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И  
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для практических работ

**«ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ»**

Направление(я) подготовки (специальность):  
23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль(и): Организация перевозок на автомобильном транспорте

Квалификация выпускника бакалавр  
для обучающихся очной и заочной форм обучения

Рязань, 2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного 07.08.2020 года, № 911

Составители:

профессор кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»



Шемякин А.В.

доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»



Терентьев В.В.

доцент кафедры «Маркетинг и товароведение»



Пашканг Н.Н.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «22» марта 2023 г., протокол № 8  
Зав. кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»



(подпись)

Терентьев В.В.

(Ф.И.О.)

## Содержание

<b>Тема 1.</b> Понятие и сущность логистики .....	5
<b>Тема 2.</b> Концепция и функции логистики .....	5
<b>Тема 3.</b> Материальные потоки и логистические операции.....	8
<b>Тема 4.</b> Логистические системы .....	9
<b>Тема 5.</b> Методологический аппарат логистики .....	10
<b>Тема 6.</b> Закупочная логистика .....	11
<b>Тема 7.</b> Производственная логистика .....	11
<b>Тема 8.</b> Распределительная логистика .....	12
<b>Тема 9.</b> Транспортная логистика .....	15
<b>Тема 10.</b> Запасы в логистике .....	17
<b>Тема 11.</b> Склады в логистике .....	18
Тесты.....	20
Вопросы для контроля знаний .....	25

## Тема 1. Понятие и сущность логистики

### Задание 1.1.

Сахарный песок затаривается в мешки емкостью 50 кг, в таком виде песок будет двигаться на протяжении всей цепи, вплоть до прилавков магазинов. Необходимо снизить совокупные затраты на товародвижение, за счет оптимизации упаковки товаров.

Какими будут ваши действия?

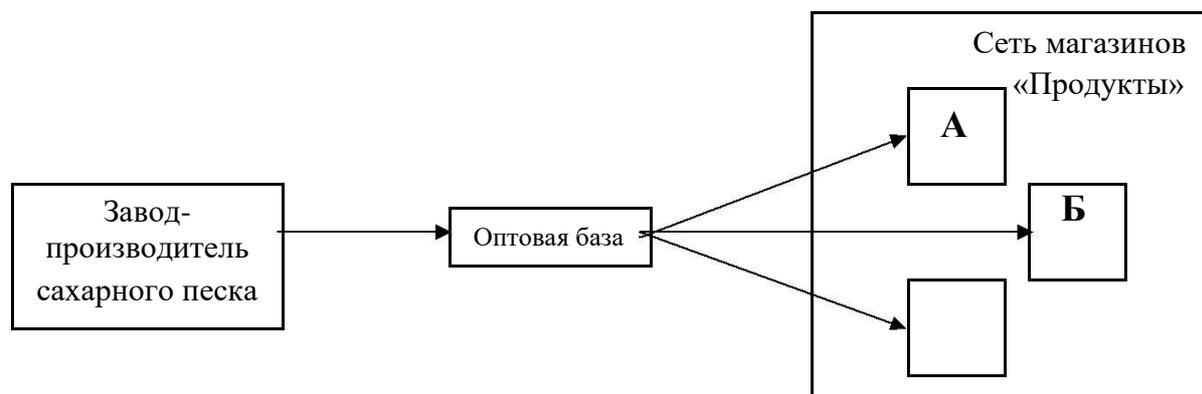


Рисунок 1.1.

### Задание 1.2.

Построить две материалопроводящие схемы, первая должна строиться на основе логистического подхода, вторая схема должна быть построена на основе традиционного подхода к управлению материальными потоками в экономике.

По построенным примерам описать принципиальность логистического подхода к управлению материальными потоками в экономике.

## Тема 2. Концепции и функции логистики

### Задание 2.1.

Определить оптимальный размер заказа на комплектующие изделия (Q), имея следующие данные.

- Стоимость подачи одного заказа составляет (A) – 200 руб.
- Годовая потребность в комплектующих (S) – 1550 шт.
- Цена единицы комплектующего изделия (P) – 560 руб.
- Стоимость содержания одного комплектующего изделия на складе (K) – 20% его цены.

**Задание 2.2.**

Распределить логистические функции между участниками логистического процесса. Необходимо в таблице 2.1. расставить крестики.

*Таблица 2.1.*

Название лог. функции \ Участники лог. процесса	Транспорт общего пользования	Экспедиционная фирма	Предприятия оптовой торговли	Коммерческо-посреднические организации	Склады готовой продукции
Формирование хоз. связей по поставкам товаров или оказанию услуг, их развитие, корректировка и рациональность					
Определение объемов и направлений материальных потоков					
Прогнозные оценки потребности в перевозках					
Прогноз спроса и производства					
Определение последовательности продвижения товаров через места складирования					
Развитие, размещение и организация складского хозяйства					
Управление запасами в сфере обращения					
Осуществление перевозки, а также всех необходимых операций в пути следования грузов к пунктам назначения					
Выполнение операций, непосредственно предшествующих и завершающих перевозку товаров (упаковка...)					
Управление складскими операциями (сдача, приемка грузов)					

**Задание 2.3.**

Распределить основные логистические функции между различными службами предприятия (расставляя крестики в таблице 2.2. надо помнить, что для каждого предприятия функции распределяются по-разному).

*Таблица 2.2.*

Функции \ Службы	Логистика	Маркетинг	Финансы	Планирование производства
Планирование труда				
Планирование услуг				
Упаковка				
Снабжение производства сырьем, материалами				
Пополнение запасов в системе распределения				
Контроль за производственными процессами				
Проектирование и развитие складского хозяйства предприятия				
Финансирование оборудования				
Управление транспортом				
Управление запасами				

**Задание 2.4.**

Фирма, занимающаяся производством из импортируемых комплектующих, хочет сократить расходы на доставку и растаможивание.

Фирма делает заказы по всей Европе, поставщики доставляют груз в Москву сами на различные таможенные города. Обратные грузовики идут пустыми, что повышает стоимость доставки. Фирма имеет склады в районах расположения таможен и транспортную службу для доставки товара на основной склад при производстве. Для растаможивания привлекают специалистов со стороны.

Какие пути сокращения издержек Вы посоветуете предпринять данной фирме?

### Тема 3. Материальные потоки и логистические операции

#### Задание 3.1.

Составить критерии выбора посредников (например, склада). Составленным критериям выбора посредников присвоить веса в зависимости от значимости того или иного критерия.

#### Задание 3.2.

Оцените потребительскую привлекательность продукта (Жигули 2109, Шкода «Фелиция») по следующим критериям: назначение (функциональность, многофункциональность); степень полезности товара; качество материала, из которого изготавливается продукт; дизайн продукта; престижность; удобство в использовании; удобство в хранении; соответствие цены качеству товара; доступность цены; обслуживаемость по стране; надежность.

Вес критерия и баллы оценки определите самостоятельно. Ответ должен представлять собой коэффициент привлекательности одного автомобиля над другим.

#### Задание 3.3.

Определить, каким будет объем входного материального потока для оптовой базы по следующим данным.

- Разгрузка железнодорожных вагонов 8150 т/год.
- Выгрузка контейнеров 3760 т/год.
- Перемещение грузов на участок приемки 3780 т/год.
- Разгрузка автомобильного транспорта 4590 т/год.

#### Задание 3.4.

Определить, чему будет равен материальный поток на пути движения груза из зоны хранения на участок погрузки. Известны объемы таких логистических операций, как:

- перемещение груза с участка хранения на участок комплектования – 9750 т/год, 60% которых проходит отправочную экспедицию, а остальные 40% с участка комплектования идут сразу на участок отгрузки;
- перемещение груза с участка хранения до отправочной экспедиции, а затем на участок погрузки – 3650 т/год;
- перемещение грузов с участка хранения непосредственно на участок погрузки – 3100 т/год.

#### Задание 3.5.

Производственное предприятие выпускает новый технически сложный и требующий значительных затрат на перевозку товар на сумму около 500 млн. руб., а также транспортабельный товар повседневного спроса на сумму около 80 млн. руб.

Какие из трех торговых фирм Вы выберете в качестве дистрибьютора? Известны следующие характеристики фирм:

Таблица 3.1.

**Сравнительная характеристика деятельности фирм**

Характеристики		Название фирм		
		А	Б	В
Товарооборот, млн. руб.		500	250	100
Рейтинг известности (по 9-бальной шкале)		9	6	4
Кредитоспособность		Высокая	Средняя	Средняя (применяет факторинг)
Наличие складов	Современных	Да, 50%	Да, 20%	Нет (фирма-дэбббер)
	Устаревших	Да, 50%	Да, 80%	Нет (фирма-дэбббер)
Рейтинг конкурентоспособности (по 9-бальной шкале)		8	6	7
Наличие службы	Изучения спроса	Да	Нет	Да
	После продажного обслуживания	Да	Нет	Нет
Наличие собственных розничных торговых единиц		Да	Нет	Нет

**Тема 4. Логистические системы**

**Задание 4.1.**

Постройте схематический пример макрологистической системы и расскажите, какие бывают виды макрологистических систем.

**Задание 4.2.**

Приведите два примера логистических систем с разной степенью интеграции отдельных элементов в единую систему.

**Задание 4.3.**

Охарактеризуйте свойства логистических систем в разрезе каждого из свойств, присущих любой системе.

**Задание 4.4.**

Примите решение по выбору канала товародвижения по критерию эффективности; расчеты в млн. руб.

- Канал нулевого уровня: расходы связанные с содержанием и эксплуатацией собственной розничной торговой сети – 150; издержки обращения (оптово-сбытовые и розничные) – 100; прибыль от реализации товара – 500.
- Одноуровневый канал (прямые связи с розничной торговлей); издержки обращения (оптово-сбытовые, транзитные) – 60; прибыль – 300.
- Двухуровневый канал (производитель продает товар оптовому посреднику); издержки обращения (сбытовые) – 40; прибыль – 120.

#### **Задание 4.5.**

Предприятие Н. отгрузило заказанную гидроэлектростанцией К. турбину большой мощности. Монтаж осуществлялся работниками предприятия Н.

Предприятие Ф. отгрузило 5-ти атомным электростанциям созданный им измерительный прибор; в течение определенного срока работники предприятия осуществляли контроль за функционированием прибора, а также гарантийный ремонт, кроме того, было организовано обучение персонала ядерных станций.

Предприятие Л. отгрузило 8-ми оптовым предприятиям, 25-ти универсамам и 5-ти ресторанам наборы обеденной посуды.

Укажите для каждого предприятия тип сбыта.

### **Тема 5. Методологический аппарат логистики**

#### **Задача 5.1.**

По следующим характеристикам процесса товародвижения розничной торговой сети определить, организован ли этот процесс системно или же стихийно.

- На складах, применяются исторически сложившиеся процессы, не согласованные между собой.
- Отсутствует единый орган контроля за материальным потоком на всей протяженности логистической цепи.
- Ни один из участников процесса не предъявляет жестких требований к типам используемого транспорта – главное вывезти товар.
- Ни один из участников процесса не предъявляет жестких требований к используемой таре.
- В некоторых магазинах нет въездов транспорта, и разгрузка организовывается прямо на улице.

Если же процесс, на Ваш взгляд, организован стихийно, что Вы посоветуете предпринять для организации его системно.

#### **Задание 5.2.**

Опишите, что позволяет достичь системный подход в организации товародвижения.

#### **Задание 5.3.**

Приведите пример классического и системного подходов к формированию материалопроводящих систем.

#### **Задание 5.4.**

Производственное предприятие продало товары крупной оптовой фирме (дистрибьютору) и оптовой фирме-дjobберу. Те, в свою очередь, продали эти товары 10-ти розничным фирмам.

Укажите тип канала товародвижения, определите длину и ширину канала.

**Задание 5.5.**

Фирма, доминирующая на рынке персональных компьютеров, продала принадлежащие ей 84 центра реализации ПК (фирменные магазины компьютеров были почти во всех крупных городах страны) с целью реализовать товары через независимых посредников.

Назовите причины, которые могли бы вызвать смену сбытовой политики фирмы?

**Тема 6. Закупочная логистика**

**Задание 6.1.**

После того, как решена задача «Сделать самим, или купить» в пользу того, что бы купить, и предприятие определило, какие материалы, и какое сырье необходимо закупить, решают задачу выбора поставщика.

Опишите, каким образом Вы будете искать потенциальных поставщиков.

**Задание 6.2.**

Предприятие, имеющее список потенциальных поставщиков обратилось к Вам как к специалистам по логистике с просьбой сформировать перечень критериев оценки потенциальных поставщиков с выделением в них основных и второстепенных критериев.

Необходимо составить как можно больше критериев и проставить в них веса.

**Задание 6.3.**

По следующим данным определить, кого из двух потенциальных поставщиков следует выбрать и почему.

*Таблица 6.1.*

Наименование критерия	Поставщики	
	А	Б
Качество	5	4
Удаленность поставщика от потребителя	5	9
Цена	3	7
Наличие резервных мощностей	5	3
Ассортимент	4	5
Психологический климат у поставщика	3	6
Надежность поставок	7	4
Текучесть кадров у поставщика	3	2

**Тема 7. Производственная логистика**

**Задание 7.1.**

Составьте модель предприятия с логистической и традиционной концепцией организации производства. Раскройте в чем их принципиальное отличие, и какие, на Ваш взгляд, преимущества той или другой концепции организации производства.

**Задание 7.2.**

Предприятие производитель покупает комплектующие по всей Европе . Затем, с помощью транспортной фирмы привозит их в Москву, где уже производит из данных комплектующих готовую продукцию.

Является ли данная схема примером внутрипроизводственной логистической системы? Если же нет, преобразуйте ее во внутрипроизводственную логистическую систему.

**Задание 7.3.**

Начертите и объясните принципиальные схемы тянущей и толкающей систем управления материальными потоками в рамках внутрипроизводственных логистических систем.

**Задание 7.4.**

Имея следующие данные по предприятию, определите длительность хранения производственных запасов. Средние (помесечно за год) остатки производственных запасов – 1075000 руб. Себестоимость израсходованных материальных ценностей — 7882960 руб.

**Задание 7.5.**

Имея следующие данные по предприятию, определите длительность этапа производства. Средняя (помесечно за год) величина незавершенного производства — 203000 руб. Фактическая себестоимость выпущенной продукции – 9014000 руб.

**Задание 7.5.**

Имея следующие данные по предприятию, определите длительность хранения готовой продукции на складе. Средние остатки готовой продукции на складе – 292600 руб. Фактическая производственная себестоимость реализованной продукции – 8564000 руб.

## **Тема 8. Распределительная логистика**

**Задачи 8.1, 8.2, 8.3.**

Построение логистических цепей по информационным и финансовым потокам, связанным с материальным потоком.

**Содержание задания.**

На основании исходных данных необходимо:

- 1) определить логистические звенья и вид логистической структуры;
- 2) выявить взаимодействие логистических звеньев и направления информационных и финансовых потоков;
- 3) построить логистические цепи по информационным и финансовым потокам и указать их связь с определенными логистическими операциями.

**Краткие методические указания.**

Логистическая цепь представляет собой множество звеньев логистической системы, линейно упорядоченное по материальному (информационному, финансовому) потоку.

Продавец, перевозчик и покупатель являются линейно связанными звеньями логистической цепи. В данной цепи для поставки (продажи) товара необходим набор определенных логистических активностей:

- получение и обработка информации о заказе;
- подготовка нужного количества готовой продукции при перевозке;
- затаривание;
- погрузка, перевозка, разгрузка;
- приемка готовой продукции у покупателя;
- оформление товарно-транспортных документов;
- расчеты за перевозку;
- передача прав собственности на товар покупателю (собственно продажа) и т.д.

#### **Исходные данные.**

Предположим, что заказ покупателя на товар поступает через торгового (информационного) посредника. Расчеты предприятия-производителя за услуги логистических посредников и оплата товара производятся через банк.

Предположим, что логистические партнеры – предприятие-изготовитель и торговый (информационный) посредник – обслуживаются одним банком.

Информационные и финансовые потоки в рассматриваемом случае связаны с определенными логистическими операциями, обозначенными

r 1, r 2 ... и т.д. (информационный поток) и с 1, с 2 ... и т.д. (финансовый поток).

Логистические операции по информационным потокам расшифровываются следующим образом:

- r 1 – подача заказа на товар;
- r 2 – обработка заказа и передача его производителю (продавцу);
- r 3 – оформление счета на товар;
- r 4 – передача счета на товар для оплаты покупателю;
- r 5 – оформление документов на груз для перевозчика;
- r 6 – регистрация грузовых документов покупателем;
- r 7 – выставление счета за перевозку производителю.

Логистические операции по финансовым потокам в данном задании включают:

- с 1 – оплата товара покупателем (предоплата);
- с 2 – получение денег за товар от покупателя;
- с 3 – оплата производителем услуг перевозчика, посредника, банка;
- с 4 – получение денег за транспортировку перевозчиком;
- с 5 – получение денег за услуги торговым (информационным) посредником.

Примером логистической цепи, ориентированной по информационным потокам и комплексной логистической операции «Оформление процедуры заказа», является цепь:

r 1 r 2

ЗЛС --- ЗЛС -- ЗЛС

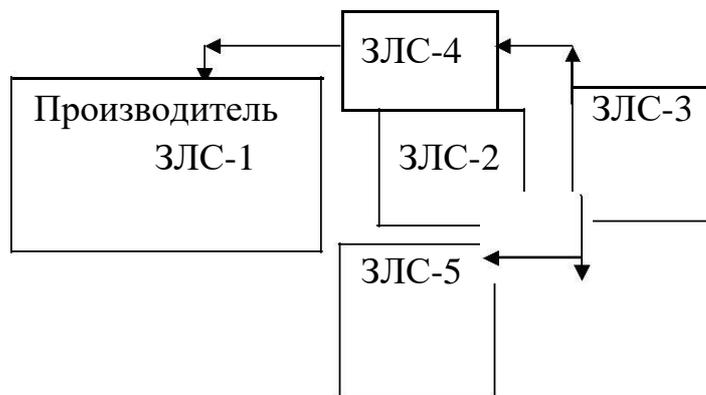
3 4 1

#### **Оформление задания.**

1. Указать цель работы и определить звенья логистической цепи.
2. При определении вида логистической структуры полученные результаты оформить в виде схемы (рис.1) и вписать названия звеньев.

3. Определить направления информационных и финансовых потоков по указанным выше логистическим операциям  $r$  и  $c$  и отразить их на схеме, используя обозначение потоков, операций (см. пример на рис.1).

$r$  2  $r$  1  
 ЗЛС  
 4  
 Производитель  
 ЗЛС ЗЛС ЗЛС  
 1 2 3  
 5  $c$  1



*Рис. 1. Схема взаимодействия логистических звеньев*

#### Задача 8.1.

Используя вышеперечисленную информацию, построить логистическую цепь: **экспедирование груза.**

#### Задача 8.2.

Используя вышеперечисленную информацию, построить логистическую цепь: **передача прав собственности и расчет за товар.**

#### Задача 8.3.

Используя вышеперечисленную информацию, построить логистическую цепь: **расчеты за транспортировку.**

#### Задача 8.4.

Пример логистической цепи в распределительной логистике.  
 Построить логистическую цепь, включающую следующих участников сбытовой деятельности: розничную сеть, товаропроизводителя, дистрибьютора, оптовое звено, потребителя, торговое представительство, дилера, торгового агента, брокера.

**Задача 8.6.**

Каково Ваше мнение о перспективе развития в России на современном этапе транспортно-грузовых центров (ТГЦ), в частности с позиций логистической миссии, функций, выполняемых операции, месторасположения.

**Задание 8.7.**

Опишите порядок определения места расположения распределительного центра методом построения физической модели материальных потоков (методом определения центра тяжести).

**Тема 9. Транспортная логистика**

**Задача 9.1.**

Оптимизировать расходы на доставку грузов в Ставрополь при следующих условиях: авто доставка – 5 дней – 3 р/кг ж.д 3 дня – 8 р/кг авиа 1 день – 20 р/кг

1 2 3 4 5

Стоимость грузов в р.	10 000	50 000	25 000	100 000	5 000
Вес в кг	50	100	20	400	25
Штраф: процент от стоимости за каждый день просрочки	1.5	0.1	0.2	0.7	10

Иметь ввиду: срок доставки заканчивается по контракту завтра.

**Задача 9.2.**

Разработать тарифную сетку в р. за кг для грузов 100-, 200-, 500-кг при условии, что прибыль должна составлять не менее 30, 20, 10% от стоимости доставки соответственно.

Ответ дать в целых руб.

Тариф ж.д 5 р/кг

Доставка на вокзал

550р Экспедиция 200р.

Упаковка 1р/кг

Погрузка 1 р/кг

**Задача 9.3.**

Оптимизировать расходы на использование автотранспорта: Газель 110 р/час Грузоподъемность – 900кг  
 ВАЗ 60р/час Грузоподъемность 180кг Кол-во мест сбора груза 5

Время в пути до мест сбора груза 1/1,5/0,5/2/3часа

Кол-во груза в кг. 150/50/190/200/250 соответственно

При необходимости разгрузиться время увеличивается вдвое.

#### **Задача 9.4.**

В каких случаях компании выгодно нанять на постоянной основе транспортно-экспедиционную фирму для решения своих логистических задач.

#### **Задача 9.5.**

В транспортно-экспедиционной фирме произошло ЧП: из легковой машины экспедитора был украден небольшой, но дорогостоящий груз, который он собирал один с нескольких складов.

Задача: найти недорогие, но существенные способы снижения рисков краж.

#### **Задача 9.6.**

В целях улучшения обслуживания клиентов транспортно-экспедиционная компания решила предлагать клиентам новую услугу: доставка грузов «от двери до двери» по территории России (ранее организовывалась только доставка от склада-отправителя до склада ж/д станции или аэропорта).

Каким образом, не прибегая к дорогостоящему сопровождению, можно решить эту задачу?

#### **Задача 9.7.**

Двух представителей фирмы надо послать в город «Н», находящийся в 1500 км от Москвы. Вам, необходимо, имея следующие данные, принять решение, на сколько быстрее и выгоднее для компании отправить представителей.

Легковым автомобилем.

Права на вождение транспортным средством есть у обоих, то есть едут без ночевки.

Скорость min – 40, max – 140 км/ч.

За сутки необходимо сделать 3 остановки по 40 – 60 мин. каждая.

Питание на остановках по 50 руб. на человека.

Расход топлива 9 л. на 100 км. 92 бензина 7,95 руб. за

литр. Железной дорогой.

Время в поезде 27 часов, затем такси до места проживания 1 час.

Железнодорожный билет 950 руб. на человека.

Обслуживание в вагоне 24 руб. на человека.

Питание 150 руб. в сутки на человека.

Такси от вокзала до места жительства 250 руб. за двоих.

#### **Задача 9.8.**

Трех представителей фирмы надо послать в город «Ч», находящийся 1300 км от Москвы. Вам необходимо, имея следующие данные, принять решение, как быстрее и на сколько выгоднее для компании отправить представителей.

Легковым автомобилем.

Права на вождение транспортным средством есть у двоих, то есть едут без ночевки.

Скорость min – 40, max – 140 км/ч.

За сутки необходимо сделать 3 остановки по 40 – 60 мин. каждая.

Питание на остановках по 50 руб. на человека.

Расход топлива 9 л. на 100 км. 92 бензина 7,95 руб. за

литр. Железная дорога.

Время в поезде 24 часа, затем такси до места проживания 1 час.

Железнодорожный билет 750 руб. на человека.  
Обслуживание в вагоне 24 руб. на человека.  
Питание 150 руб. в сутки на человека.  
Такси от вокзала до места жительства 250 руб. за двоих.

## Тема 10. Запасы в логистике

### Задача 10.1.

Рассчитайте планируемый запас (на начало планируемого месяца ) с учетом пропорциональности колебаний уровня запасов колебаниям объема продажи, исходя из следующих данных:

Средний запас за полугодие 200 ед.  
Объем продажи за:  
1-й месяц – 180 ед;  
2-й —215 ед;  
3-й —225 ед;  
4-й —190 ед;  
5-й —185 ед;  
6-й —205 ед;

### Задача 10.2.

Оптимизируйте товарный запас , если известно, что: Объем товарооборота – 1000 руб Затраты:

- на составление заказов на товары – 25 руб;
- на завоз (транспортировку) товаров – 75 руб;
- на хранение товаров и уплату процентов за кредит – 130 руб.

### Задача 10.3

Рассчитайте период заказа, исходя из условий задачи 10.2.

### Задача 10.4.

Объясните суть проблемы товарного запаса и товарооборота, путь ее решения и роль в нем логистики.

### Задача 10.5.

При прочих равных условиях объем товарного запаса прямо пропорционален товарообороту, обратно пропорционален или не зависит от него? Почему?

## Тема 11. Склады в логистике

### Задача 11.1.

Продифференцируйте факторы, определяющие объем складской грузопереработки.

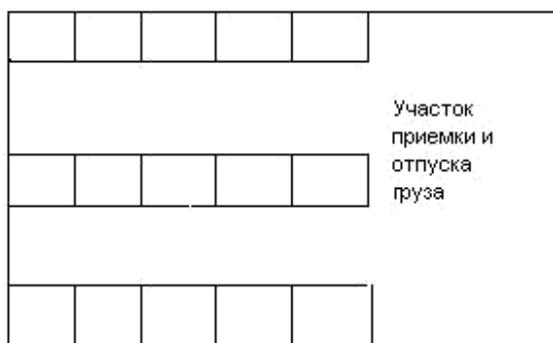
#### Методические указания.

В процессе выполнения задания необходимо проанализировать совокупность факторов, влияющих на интенсивность материального потока на том или ином участке склада, и определить, какие из них зависят, в основном, от условий договоров с поставщиками – группа А, а какие от условий договоров с покупателями – группа В. Результаты оформить в виде таблицы:

Группа А	Группа В

### Задача 11.2.

Выделить значимый (с точки зрения внутрискладских перемещений) ассортимент склада и разместить его на «горячей» линии по исходным данным реализации за месяц:



Товар	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о
Кол-во	10	25	145	160	25	50	15	20	80	5	15	210	10	10

Результат внести в схему склада:

### Задача 11.3.

Найдите оптимальный размер заказываемой партии при условии: Оборот склада – 2 тыс. руб/день.

Затраты на 1 доставку – 9 тыс. руб.

Затраты на хранение запаса размером в одну тысячу рублей – 0.04 тыс. руб/день.

Варианты ответа, тыс.руб:

10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75.

#### **Задача 11.4.**

Какие из следующих операций проводят грузоперерабатывающие, а какие складские или транспортно-экспедиционные терминалы:

- согласование сроков прибытия и отправки грузов при перевалке их с одного вида транспорта на другой;
- таможенные операции;
- грузовые операции;
- переработка контейнеров;
- временное складирование грузов;
- приемка грузов на ответственное хранение;
- подсортировка и подкомплектовка;
- разукрупнение и укрупнение партий;
- переадресовка грузов;
- тарно-упаковочные операции;
- оформительские операции;
- страхование грузов.

#### **Задача 11.5.**

Проанализируйте возможность осуществления интегрированной организации товародвижения через места складирования различной принадлежности ( посреднические складские предприятия, транспортные склады, производственные склады).

#### **Задача 11.6**

Оцените вероятность организации логистических посредников следующих специализаций:

- ориентирующихся на терминальные технологии и осуществляющих свою деятельность в режиме транспортного терминала;
- выполняющих функции транспортно-сбытовых центров (синоним —логистический или распределительный центр).

#### **Задача 11.7.**

Какие из ниже перечисленных логистических операций определяют уровень (1-й, 2-й, 3-й, 4 -й) логистического сервиса промышленной компании:

- закупка сырья и комплектующих;
- распределение готовой продукции;
- складирование готовой продукции;
- производство;
- складирование сырья и комплектующих.

## ТЕСТЫ

### Тест 1

**1. С точки зрения логистического подхода объектом управления на макроуровне является:**

- а) служба сбыта;
- б) служба снабжения;
- в) сквозной материальный поток.

**2. Что представляет собой логистическая операция?**

- а) совокупность действий, направленных на преобразование материальных или информационных потоков;
- б) совокупность всех операций фирмы; в) ряд операций, направленных на общее улучшение финансового благосостояния организации.

**3. Объектом изучения логистики как науки является:**

- а) планирование и контроль реализации сбытовой стратегии; б) планирование, организация, управление и контроль движения материальных потоков; в) система управления и регулирования рынка.

**4. Что является факторами развития логистики?**

- а) переход от рынка продавца к рынку покупателя; б) всемирная депрессия 30-х годов; в) азиатский кризис 96 года.

**5. Одной из основных целей логистики является:**

- а) обеспечение комплексного бухгалтерского учета и контроля;
- б) создание мотивации среди персонала; в) контроль качества и количества груза.

**6. Что называется логистической операцией?**

- а) совокупность определенных действий, направленных на преобразование материального потока.
- б) система мероприятий, регулирующая изменение факторов производства на фирме;
- в) элементарные арифметические действия логического содержания.

**7. Логистика – это:**

- а) способ ведения бухгалтерского учета; б) теория и практика управления материальными потоками;
- в) наука, изучающая логическое мышление людей.

**8. Экономический эффект от использования логистики заключается в следующем:**

- а) материальный поток увеличивается в стоимости; б) материальный поток, двигаясь от сырья к конечному потребителю, с каждым разом уменьшается в цене; в) стоимость материального потока остается неизменной.

**9. Какой объем в общей структуре издержек на логистику, занимают расходы на содержание запасов?**

- а) 50%;
- б) 40%;
- в) 30%.

**10. Оптимальный размер заказа определяют по:**

- а) критерию минимизации совокупных затрат на хранение и повторение заказа; б) критерию минимизации затрат на хранение; в) максимизации прибыли от реализации.

## Тест 2

**1. В чем заключается взаимосвязь логистики и маркетинга?**

- а) в проведении аналитических исследований;
- б) в процессе сегментации рынка;
- в) в планировании товара и ассортимента выпускаемой продукции.

**2. Какие задачи, решаемые на производственном предприятии службой маркетинга, совпадают с задачами логистики?**

- а) планирование услуг; б) пополнение запасов в системе распределения;
- в) упаковка готовой продукции.

**3. Материальный поток измеряется в:**

- а) м/сек, км/ч; б) шт./сутки, тон/год; в) шт., тонн.

**4. Какой вид материального потока по отношению к логистической системе является неверным?**

- а) внутренний материальный поток;
- б) массовый материальный поток; в) выходной материальный поток.

**5. Что не относится к видам материальных потоков?**

- а) внешний поток; б) интегральный поток; в) внутренний поток.

**6. Материальный запас – это:**

- а) материальный поток для заданного момента времени;
- б) количество товара на складе; в) товары купленные у поставщиков.

**7. Что из ниже перечисленного не является видом материальных потоков?**

- а) внешний материальный поток; б) внутренний материальный поток; в) ускоренный материальный поток.

**8. Материальный поток – это:**

- а) складские запасы; б) грузы, материальные ценности;
- в) грузы, рассматриваемые в процессе применения к ним различных логистических операций в определенный момент времени.

**9. Эшелонированная логистическая система – это:**

- а) система, где материальный поток проходит от производителя до потребителя, минуя посредников;
- б) это система, где на пути материального потока от производителя к потребителю есть хотя бы один посредник;
- в) это система поставки материального потока с помощью железнодорожных эшелонов.

**10. Что является параметрами логистической системы?**

- а) объем потока; б) адресность цели;
- в) задаваемая скорость потока.

**Тест 3**

**1. Выберите основные принципы системного подхода:**

- а) принципы последовательного продвижения по этапам создания системы; б) принципы начисления; в) принципы соотношения доходов и затрат.

**2. Определите уровень логистической интеграции, характеризующий второй этап развития логистики:**

- а) склад готовой продукции, транспорт; б) цех, склад готовой продукции, транспорт;
- в) склад сырья, цех, транспорт.

**3. На основе какой связи между элементами логистической системы возможно ее совершенствование?**

- а) информационной;
- б) прямой; в) обратной.

**4. Гибкая логистическая система – это система:**

- а) без посредников ; б) с наличием хотя бы одного посредника;
- в) с посредником и без него.

**5. По степени полноты моделирование в логистике делится на:**

- а) изоморфные модели;
- б) гомоморфные модели; в) а, б.

**6. Какой метод позволяет учитывать случайные воздействия при решении логистических задач?**

- а) математическая модель;
- б) имитационная модель;
- в) аналитическое моделирование.

**7. Что такое закупочная логистика?**

- а) управление материальными потоками в процессе обеспечения предприятия сырьем и материалами;
- б) управление материальными потоками на транспорте; в) управление материальными потоками в момент реализации готовой продукции.

**8. Какие цели имеет служба снабжения как элемент макрологистической системы?**

- а) устанавливает хозяйственные связи с поставщиками; б) обеспечивает «ввязывание» предприятия в макрологистическую систему; в) организует работу складских помещений.

9. Должна ли служба снабжения, работая на собственное предприятие, в тоже время преследовать цель повышения эффективности функционирования всей макрологистической системы?

- а) да должна; б) нет, это не входит в ее обязанности; в) когда как.

10. Какая стратегия должна быть разработана в первую очередь, а какая позже?

- а) стратегия снабжения – стратегия развития производства – стратегия сбыта;
- б) стратегия развития производства – стратегия сбыта – стратегия снабжения;
- в) стратегия сбыта – стратегия развития производства – стратегия снабжения.

## Тест 4

**1. Тянущая внутрипроизводственная логистическая система впервые в мире примененная крупной Японской фирмой называлась:**

- а) система МРП (планирование материальных потребностей производства);
- б) система МРП-2; в) система «Канбан».

2. Что является задачей производственной логистики?

- а) обеспечивает прохождение материального потока в цепи поставщик – служба снабжения;
- б) управление материальными потоками внутри предприятия ; в) управление материальным потоком в цепи служба сбыта – потребитель.

**3. Какие положения не включает в себя традиционная концепция организации производства?**

- а) изготавливать продукцию как можно более крупными партиями; б) отказ от изготовления серий деталей, на которые нет заказа покупателей;
- в) иметь максимально большой запас материальных ресурсов.

**4. Логистическая концепция организации производства наиболее приемлема для:**

- а) «рынка продавца»; б) «рынка покупателя»; в) для обоих.

**5. Когда производителю особенно важно наличие гибких производственных мощностей?**

- а) спрос превышает предложение;
- б) на рынке высокая конкуренция;
- в) предложение превышает спрос.

**6. Какие функции позволяет реализовать система планирование материальных потребностей производства?**

- а) обеспечивать текущее регулирование и контроль производственных запасов; б) обеспечивать прохождение материального потока в цепи снабжение – производство – сбыт; в) обеспечение взаимодействия между службами снабжения, производства и сбыта;

**7. Для чего необходим гарантийный запас товара на складе готовой продукции производственной фирмы?**

- а) для обеспечения потребности на время задержки выполнения очередного заказа; б) для удовлетворения незапланированного спроса; в) для уменьшения времени обслуживания клиентов.

**8. Какие логистические функции осуществляют склады готовой продукции предприятия изготовителя?**

- а) определение объемов и планирование материальных потоков; б) управление складскими операциями;
- в) выполнение операций, непосредственно предшествующих и завершающих перевозку товаров.

**9. Какая максимальная высота укладки грузов существует на современных складах?**

- а) до 2 метров;
- б) до 15 метров;
- в) свыше 24 метров.

**10. Какую из ниже перечисленных функций склады не выполняют?**

- а) временное размещение и хранение материальных запасов; б) улучшение свойств, хранимой продукции; в) обеспечение логистического сервиса в системе обслуживания.

## Вопросы для контроля знаний

1. Какие функции хозяйствования логистика обслуживает?
2. На какие объекты хозяйствования направлено воздействие логистики?
3. Что является объектом управления в логистике?
4. Для каких целей используется логистика, в чем ее предназначение?
5. К чему приводит достижение целей логистики?
6. Перечислить примеры материальных потоков.
7. Когда началось использование логистики как рыночного понятия?
8. Логистика в военной среде и логистика в области экономики, что общего и в чем отличие?
9. По каким причинам только во второй половине XX века в экономике развитых стран наблюдается резкое возрастание интереса к логистике?
10. Почему широкомасштабное применение логистики в экономике появилось лишь во второй половине XX века?
11. Какие слова по смыслу близки логистике?
12. Как Вы можете охарактеризовать этапы развития логистического подхода к управлению материальными потоками в сферах производства и обращения?
13. Какие Вы знаете концепции логистики?
14. Какие Вы можете назвать задачи логистики?
15. Перечислите известных вам участников логистического процесса.
16. Что такое логистическая функция?
17. Какие Вы можете назвать функции логистики?
18. Назовите характерные особенности всех функций логистики
19. Дайте определение материального потока.
20. Назовите единицы измерения материального потока.
21. Составьте принципиальную схему материальных потоков на складе торговой базы.
22. Перечислите виды материальных потоков.
23. Дайте определение логистической операции.
24. Перечислите известные Вам логистические операции.
25. Приведите классификацию логистических операций.
26. Назовите функции логистических систем.
27. На базе каких отношений строится макрологистика?
28. Дайте определение понятию «система».
29. Охарактеризуйте свойства логистических систем в разрезе каждого из четырех свойств, присущих любой системе.
30. Дайте определение понятию «логистическая система».
31. Что такое макрологистическая система?
32. Что такое микрологистическая система?
33. Назовите элементы микрологистических систем.
34. Чем определяются границы логистической системы?
35. В чем заключается принципиальное отличие от характера связей между элементами макрологистических и микрологистических систем?

36. Без чего не может эффективно работать ни одна экспертная система?
37. Дайте сравнительную характеристику классического и системного подхода формированию систем.
38. Какие Вы можете привести примеры классического и системного подходов к формированию материалопроводящих систем?
39. Какие Вы знаете недостатки экспертных систем?
40. Что позволяет сделать системный подход?
41. Какая существует последовательность в формировании логистических систем?
42. Какие Вы знаете основные методы, применяемые для решения логистических задач?
43. Какие задачи можно решить, применяя эти методы?
44. Какие Вы знаете методы моделирования?
45. Какие Вы можете назвать цели моделирования?
46. Назовите основные процессы имитационного моделирования.
47. Что можно отнести к достоинствам имитационного моделирования?
48. Что можно отнести к недостаткам имитационного моделирования?
49. Чем определяются границы закупочной логистики?
50. Кто является непосредственным руководителем производственной логистики?
51. Какие вопросы решает распределительная логистика?
52. На какие два направления делится транспортная логистика?
53. Что является объектом исследования транспортной логистики?
54. Что является объектом исследования информационной логистики?
55. Где применяется финансовая логистика?
56. Чем определяются границы закупочной логистики?
57. Охарактеризуйте место и роль службы снабжения в логистических процессах.
58. Охарактеризуйте внешние для предприятия факторы, влияющие на принятие решений по задаче «сделать самим, или купить».
59. Как на решение задачи «сделать самим, или купить» влияют производственные условия предприятия?
60. Какие Вы можете назвать методы поиска потенциальных поставщиков?
61. По каким критериям может оцениваться потенциальный поставщик при принятии решения о заключении с ним договора поставки?
62. Какой порядок расчета рейтинга поставщика?
63. На какие составляющие делится общественное производство?
64. Чем может обеспечиваться качественная и количественная гибкость?
65. Какие варианты толкающих систем реализованы на практике?
66. Как ведет себя центральная система управления в тянущей логистической системе?
67. Что такое производственная логистика?
68. Какие задачи решаются производственной логистикой?
69. Какие Вы знаете элементы, входящие в состав внутрипроизводственных логистических систем?
70. Что такое система «Канбан», и где в мире она впервые появилась?
71. Чего позволяет добиться система «Канбан»?

72. Дайте определение понятий «логистика» и «распределительная логистика».
73. Что общего и в чем отличие?
74. Перечислите задачи, решаемые распределительной логистикой.
75. Назовите и охарактеризуйте методы решения задачи оптимизации расположения распределительного центра на обслуживаемой территории.
76. Охарактеризуйте зависимость транспортных расходов системы распределения от количества входящих в нее складов.
77. Как меняются затраты на содержание запасов в системе распределения с изменением количества складов на обслуживаемой территории?
78. Дайте определение логистическому каналу, логистической цепи. В результате каких действий логистический канал преобразуется в логистическую цепь?
79. Дайте определение понятию «инфраструктура товарного рынка».
80. Перечислите подсистемы, образующие «инфраструктуру товарного рынка».
81. Каким образом развитие инфраструктуры товарного рынка влияет на величину логистических издержек?
82. Что общего и в чем отличие распределительной логистики и маркетинга?
83. Какие Вы можете назвать задачи, решаемые транспортной логистикой?
84. Охарактеризуйте основные преимущества и недостатки автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта.
85. Какие факторы могут повлиять на выбор вида транспорта? Назовите наиболее значимые из них?
86. Назовите основные разделы, которые включают в себя транспортные тарифы.
87. От чего зависит стоимость перевозки грузов: а) железнодорожным транспортом, б) автомобильным транспортом?
88. Охарактеризуйте общие, исключительные, льготные и местные тарифы, применяемые на железнодорожном транспорте.
89. Дайте определение понятию «материального запаса».
90. Перечислите расходы, связанные с необходимостью содержания материальных запасов.
91. Назовите основные причины, которые вынуждают предпринимателей создавать материальные запасы.
92. Какие Вы знаете виды материальных запасов?
93. Охарактеризуйте методы нормирования материальных запасов.
94. Опишите систему контроля за состоянием запасов с фиксированной периодичностью заказа.
95. Приведите и объясните формулу для расчета оптимального размера заказываемой партии товара.
96. Приведите классификацию складов по признаку места в общем процессе движения материального потока от первичного источника сырья до конечного потребителя готовой продукции.
97. Кратко охарактеризуйте функции различных складов, которые проходит материальный поток на пути от первичного источника сырья до конечного потребителя.
98. Назовите основные логистические операции, выполняемые на складах с материальным потоком. Дайте краткую характеристику каждой операции.

99. Дайте определению понятию «грузовая единица».
100. Что такое базовый модуль, его размеры?
101. Как размеры базового модуля влияют на размеры транспортной тары?
102. Перечислите методы пакетирования грузовых единиц.
103. Назовите преимущества пакетирования грузов с помощью термоусадочной пленки.
104. Раскройте понятие логистического сервиса.
105. Назовите причины необходимости выработки стратегии фирмы в области логистического обслуживания потребителей.
106. Проведите последовательность действий, позволяющую сформировать систему логистического сервиса.
107. Охарактеризуйте метод количественной оценки уровня логистического обслуживания.
108. Покажите зависимость экономических показателей деятельности предприятия от уровня оказываемого им логистического сервиса.
109. Перечислите качественные показатели уровня логистического обслуживания. Назовите наиболее значимые из них.
110. Что вы понимаете под управлением цепями поставок?
111. Каков порядок оказания логистической услуги?
112. Организация мониторинга эффективности подрядчиков, переадресация им претензий клиента в случае некачественного сервиса со стороны подрядчика
113. Пути повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев.
114. Принципы прогнозирования и планирования в логистике.
115. Правовые основы транспортно-логистической деятельности.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

**Утверждаю:**

Председатель учебно-методической  
комиссии по направлению подготовки  
23.03.01 Технология транспортных процессов



О.А.Тетерина

(подпись)

(Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г

ФАКУЛЬТЕТ АВТОДОРОЖНЫЙ  
КАФЕДРА «ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И  
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

**ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА**

для обучающихся очной и заочной форм обучения

по направлению подготовки

23.03.01 Технология транспортных процессов

профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань, 2023 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного 07.08.2020 года, № 911

Составители:

профессор кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Шемякин А.В.

доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Терентьев В.В.

доцент кафедры «Маркетинг и товароведение»

Пашканг Н.Н.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «22» марта 2023 г., протокол № 8

Зав. кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Терентьев В.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>Раздел 1. Основные понятия транспортной логистики.</b>	
<i>Практическое занятие №1.</i> Государственная стратегия развития транспорта России.....	4
<i>Практическое занятие №2.</i> Правовые основы транспортно-логистической деятельности.....	7
<b>Раздел 2. Особенности функционирования транспорта в логистических системах.</b>	
<i>Практическое занятие №3.</i> Сравнительная характеристика видов транспорта.....	31
<i>Практическое занятие №4.</i> Основные показатели функционирования транспорта.....	35
<b>Раздел 3. Транспортная характеристика и классификация грузов.</b>	
<i>Практическое занятие №5.</i> Тарифная классификация грузов.....	40
<i>Практическое занятие №6.</i> Упаковка и маркировка грузов	42
<b>Раздел 4. Транспортные издержки и тарифы.</b>	
<i>Практическое занятие №7-8.</i> Расчет себестоимости перевозок.....	44
<b>Раздел 5. Документальное оформление поставки грузов.</b>	
<i>Практическое занятие № 9.</i> Систематизация документов, регламентирующих взаимодействие участников логистического процесса перевозки груза.....	53
<i>Практическое занятие № 10-11.</i> Правила и порядок оформления транспортно-сопроводительных, транспортно-экспедиционных документов.....	61
<b>Раздел 6. Логистические технологии смешанных перевозок.</b>	
<i>Практическое занятие № 12.</i> Смешанные перевозки: выбор вида транспорта...	68
<i>Практическое занятие № 13.</i> Разработка эффективных схем взаимоотношений в процессе оказания логистической услуги перевозки груза в цепи поставок.....	86
<i>Практическое занятие № 14.</i> Пути повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев.....	89
<i>Практическое занятие № 15.</i> Методы анализа грузопотоков.....	90
<i>Практическое занятие № 16-17.</i> Методы маршрутизации транспортных потоков	91
<b>Раздел 7. Методы и модели транспортной логистики.</b>	
<i>Практическое занятие № 18-21.</i> Транспортная задача.....	102
<i>Практическое занятие № 22.</i> Имитационные модели транспортно-логистических систем.....	126

## РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

### Практическое занятие №1

#### ГОСУДАРСТВЕННАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА РОССИИ

*Цель работы: ознакомиться с «Транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года»*

Стратегия предусматривает реализацию следующих долгосрочных целей развития транспортной системы до 2030 года и на прогнозный период до 2035 года:

1. повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий;
2. повышение мобильности населения и развитие внутреннего туризма;
3. увеличение объема и скорости транзита грузов и развитие мультимодальных логистических технологий;
4. цифровая и низкоуглеродная трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий.

Стратегия направлена на опережающее удовлетворение ожиданий основных пользователей и потребителей транспортного комплекса.

Прямыми пользователями транспортных услуг в части пассажирских перевозок являются граждане Российской Федерации, проживающие в агломерациях и за их пределами, граждане, проживающие в удаленных, труднодоступных и геостратегических районах страны.

Прямыми пользователями услуг грузового транспорта являются грузовладельцы - физические и юридические лица, осуществляющие разовые или регулярные отправки грузов по территории Российской Федерации.

Транспортный комплекс также выполняет важные функции по достижению государственных целей в части обеспечения национальной безопасности, экономического роста (в том числе за счет развития смежных отраслей и косвенных эффектов от транспортного комплекса) и связанности территории страны.

Удовлетворение ожиданий основных пользователей достигается за счет формирования технически, технологически и экономически сбалансированной на основе транспортно-экономического баланса транспортной системы и повышения профессионализма сотрудников транспортных организаций.

***Гражданам страны должно быть обеспечено повышение качества жизни в части, зависящей от транспортного комплекса, в том числе:***

повышение транспортной доступности для граждан социально-экономических, туристских и культурных центров;

повышение доступности транспортных услуг для жителей удаленных, труднодоступных и геостратегических территорий;

повышение качества транспортных услуг в части комфортности и безопасности перевозок с минимизацией негативного воздействия на окружающую среду при сохранении ценовой доступности перевозок;

повышение качества транспортных услуг в части скорости обслуживания пассажиров и, как следствие, увеличение подвижности населения;

создание транспортной инфраструктуры для развития внутреннего туризма.

***Грузовладельцам должны быть обеспечены:***

повышение транспортной доступности территорий, производственных, коммерческих и деловых центров, существующих и перспективных минерально-сырьевых центров, а также рынков сбыта, в том числе экспортных;

повышение доступа к полному объему транспортно-логистических услуг, позволяющих расширить экономические связи для реализации продукции на новых рынках сбыта;

повышение качества и доступности транспортно-логистических услуг для потребителей за счет достижения рационального баланса между тарифами, объемом и качеством транспортных услуг;

повышение финансовой доступности транспортно-логистических услуг через обеспечение сбалансированных тарифов, позволяющих достичь конкурентного уровня транспортных издержек в стоимости конечной продукции;

повышение скорости движения грузов, предсказуемости сроков доставки, надежности транспортных связей, что обеспечит повышение конкурентоспособности российской продукции на внутреннем и внешнем рынках;

безопасность перевозки и сохранность груза.

***Предприятиям транспортной отрасли и их инвесторам должны быть созданы условия для:***

повышения производительности труда и снижения себестоимости транспортных услуг;

повышения фондоотдачи инфраструктуры транспорта;

снижения энерго- и углеродоемкости;

повышения инвестиционной привлекательности транспортной отрасли;

развития эффективных и предсказуемых механизмов регулирования, а также механизмов государственно-частного партнерства;

повышения профессионализма сотрудников и их социальной защищенности;

повышения доступности технологических, финансовых и трудовых ресурсов.

***Государству должны быть обеспечены:***

реализация потенциала экономического роста и достижение запланированных темпов роста экономики, обеспеченной транспортным комплексом;

повышение производительности труда по экономике в целом за счет повышения качества транспортных услуг;

использование географических преимуществ и реализация транзитного потенциала страны через интеграцию в мировые транспортные цепочки, в том числе в рамках Евразийского экономического союза;

повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий, включая геостратегические, удаленные и труднодоступные территории;

обеспечение долгосрочного и устойчивого развития экономических и социальных связей;

создание благоприятных условий для жизни будущих поколений, включая минимизацию негативного воздействия транспортного комплекса на окружающую среду;

повышение социальной удовлетворенности населения во всех регионах страны за счет наличия доступных и качественных транспортных услуг;

снижение транспортных издержек за счет сбалансированного опережающего развития эффективной транспортной системы;

обеспечение мобилизационной готовности транспортного комплекса и выполнение им военно-транспортной обязанности;

укрепление национальной безопасности, обороноспособности страны и ее территориального единства.

### **Вопросы для обсуждения**

1. Раскройте специфику логистического подхода к организации транспортировки.

2. Какова роль транспорта в цепи поставок товара?

3. В чем заключается сущность и каковы задачи транспортной логистики?

4. Что представляют собой потоки в транспортной логистике?

5. Дайте понятие и охарактеризуйте структуру транспортно-логистического процесса.

6. Кто является участниками транспортно-логистического процесса?

7. Что предусматривает государственная стратегия развития транспорта России?

8. Дайте характеристику текущей ситуации, основных проблем развития транспортного комплекса Российской Федерации и какой прогноз рассмотрен в Стратегии (по видам транспорта). Задание можно выполнить в мини группах с подготовкой доклада и презентации.

9. Раскройте цели и задачи развития транспортного комплекса Российской Федерации в соответствии со Стратегией.

10. Раскройте принципы развития опорной сети транспортного комплекса в соответствии со Стратегией.
11. Раскройте ключевые направления развития Единой опорной сети в соответствии со Стратегией.
12. Каковы принципы развития транспортных услуг в соответствии со Стратегией?
13. Какая оценка текущей ситуации цифровой трансформации в транспортном комплексе приводится в Стратегии?
14. Назовите технологические тренды цифровизации в транспортной отрасли в соответствии со Стратегией.
15. Каковы основные направления цифровизации транспортного комплекса?
16. Перечислите перечень ключевых инициатив в сфере транспорта в соответствии со Стратегией.
17. Раскройте технологические и энергетические риски и возможности при реализации Стратегии.

## **Практическое занятие №2**

### **ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Так как, транспортные риски, как правило, существенно выше рисков, возникающих при производстве или складском хранении товаров, то важным вопросом эффективности перевозки грузов является защита прав грузоотправителя и грузополучателя.

Эффективность транспортно-логистических систем и конкурентоспособность цепей поставок в значительной степени определяются согласованностью и сбалансированностью условий договоров поставки продукции и договоров на предоставление транспортных услуг, которые сопутствуют функционированию цепей поставок.

Деятельность перевозчиков регулируется транспортным правом, которое представляет собой комплекс правовых норм, регулирующий отношения договорного, имущественного, управленческого, трудового и процессуального характера в области транспортной деятельности по организации и осуществлению перевозок. В рамках транспортного права рассматриваются следующие виды договорных отношений:

- договор перевозки,
- договор транспортной экспедиции,
- договор об организации перевозки,
- договор аренды транспортных средств
- отношения, присущие таким институтам, как государственное управление транспортной деятельностью, обеспечение безопасности на транспорте,

трудовые отношения на транспорте и т.д.

Из-за сложности правоотношений и высоких рисков, сопутствующих транспортировке, нормы транспортного права носят, в значительной степени, императивный характер. Это означает, в частности, что важнейшие обязанности сторон договора перевозки жестко определяются транспортными конвенциями, уставами, кодексами и разработанными в их развитие правилами, а возможности изменения условий договоров соглашением сторон носят ограниченный характер. То есть, ответственность перевозчика по договору перевозки, установленная соответствующим международным соглашением, транспортным уставом или кодексом, не может быть уменьшена соглашением сторон.

Предоставление услуг перевозки грузов в международном сообщении регламентируется международным транспортным правом.

Источниками международного транспортного права являются:

- международные конвенции, регламентирующие отдельные вопросы организации и регулирования транспортного процесса;
- национальное законодательство государств, по территории которых проходят маршруты международных перевозок;
- документы международных транспортных организаций;
- международные торговые обычаи.

Потребность разработки международных конвенций связана с резким увеличением перевозки грузов в международном сообщении и необходимостью разработки единообразных правовых норм для их регулирования. Эти нормы стали прописываться в международных договорах, соглашениях, протоколах и получили общее название международные конвенции.

Международные конвенции регламентируют:

- 1) общие виды деятельности отдельных видов транспорта в международном сообщении (правовой статус путей сообщения, основные требования к транспортным средствам, порядок передвижения по иностранной территории и т.д.);
- 2) Порядок организации и выполнения международного сообщения между конкретными государствами (круг перевозчиков, которые допускаются к соответствующей деятельности, разрешительная система, маршруты, административные процедуры и т.д.);
- 3) Специфические аспекты отдельных видов перевозок (особенности перевозок определенных видов грузов, применения отдельных видов транспортного оборудования и т.д.).

#### 4) Условия перевозок грузов отдельными видами транспорта.

Подобные конвенции обычно имеют сходную структуру и содержат разделы, описывающие:

- применяемые понятия и их определения;
- сферу применения положений конвенции;
- перечень, структуру, содержание и реквизиты документов, оформляемых при подготовке и выполнении перевозки;
- обязанности сторон по договору перевозки;
- характер, виды и размер ответственности сторон, а также применяемые санкции;
- порядок предъявления претензий и исков и т.д.

Первые международные конвенции были разработаны для регламентирования деятельности железнодорожного транспорта и о режиме морских пространств.

Документы международных транспортных организаций нацелены на решение специфических задач деятельности отдельных видов транспорта. Эти организации играют важную роль в совершенствовании системы документооборота международного транспортного права.

Всего в мире насчитывается более 100 международных транспортных организаций. К организациям общего профиля относятся:

Международная федерация экспедиторских ассоциаций ФИАТА (International Federation of Freight Forwarders Association). В ее состав входят около 40000 экспедиторских и логистических компаний из 150 стран мира.

Интересы развития грузоперевозок отдельных видов транспорта представляют: Международная ассоциация воздушного транспорта (International Air Transport Association – IATA), которая является ассоциированным членом при ООН, Международная ассоциация грузоперевозчиков воздушного транспорта (The International Air Cargo Association – TIACA), Международная морская организация (International Maritime Organisation — IMO), Международный союз автомобильного транспорта (The International Road Transport Union — IRU), Международный комитет железнодорожного права.

Многие правила и стандарты, разработанные международными транспортными организациями, не закрепляются международными соглашениями, но являются, тем не менее, общепризнанными источниками права в соответствующих сегментах международной транспортной деятельности. Примером являются Правила перевозки опасных грузов воздушным транспортом, разработанные IATA.

В международной торговле для приведения к стандартам условий заключения договоров поставки широко используется правила ИНКОТЕРМС.

ИНКОТЕРМС (International Commercial Terms) - международные правила в формате словаря, обеспечивающие однозначные толкования наиболее широко используемых торговых терминов в области внешней торговли частного характера, прежде всего, относительно франко (free — очистка) — места перехода ответственности от продавца к покупателю. Правила ИНКОТЕРМС впервые были опубликованы в 1936 году Международной торговой палатой. Позднеев них вносились поправки и дополнения в 1953, 1967, 1976, 1980, 1990, 2000, 2010, 2020 годах.

### Иерархия нормативных правовых актов

Уровень 1	Конституция РФ
Уровень 2	Международные договоры
Уровень 3	Федеральные законы
Уровень 4	Указы президента
Уровень 5	Постановления правительства
Уровень 6	Приказы федеральных министерств, постановления главного санитарного врача РФ, указания и положения Банка России
Уровень 7	Приказы служб
Уровень 8	Региональное законодательство и муниципальные акты

Источник: <https://secrets.tinkoff.ru/glossarij/normativnyy-pravovoy-akt/>

Нормативный правовой акт, или НПА, — это официальный документ с правилами для общества, которые можно применять многократно. Иерархия НПА помогает найти нужный акт по правилу: чем выше акт в иерархии, тем он главнее. Искать акты нужно на официальных порталах, где следят за изменениями в законодательстве и обновляют документы (docs.cntd.ru). Еще можно посмотреть на сайте государственного органа, который принял акт. Пользоваться можно только действующими НПА в последней редакции.

**Задание 1.** Изучите правовые основы транспортно-логистической деятельности на основе работы в правовой системе «Консультант плюс».

Для этого с рабочего стола компьютера откройте правовую систему «Консультант плюс».

Вводите в поисковую строку названия документов, открывайте их, знакомьтесь с ними, в т.ч. переходя по гиперссылкам на ссылающиеся в них нормативно-правовые акты. Составьте свою библиотеку, проверяя действие

того или иного документа, представленного ниже, и сохраняя себе на флеш карту файлы с законодательными актами, имеющими статус действующих.

## Нормативно-правовые акты в сфере транспорта и логистики

### Перевозки автомобильным транспортом

Наименование документа	Статус документа и орган, принявший документ	Номер и дата принятия документа
Гражданский кодекс РФ. Ч 2. Глава 40. Перевозка	Федеральный закон	№ 14-ФЗ от 26.01.1996 г.
Гражданский кодекс РФ. Ч 2. Глава 41. Транспортная экспедиция	Федеральный закон	№ 14-ФЗ от 26.01.1996 г.
О Транспортно-экспедиционной деятельности	Федеральный закон	№ 87-ФЗ от 30.06.2003 г.
Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта	Федеральный закон	№ 259-ФЗ от 08.11.2007 г.
Об утверждении Правил транспортно-экспедиционной деятельности	Постановление Правительства РФ	№ 554 от 08.09.2006 г.
Общие правила перевозок грузов автомобильным транспортом	Утв. Минавтотрансом РСФСР	от 30.07.1971 г.
Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом и о внесении изменений в пункт 2.1.1 Правил дорожного движения Российской Федерации	Постановление Правительства РФ	№ 2200 от 21.12.2020 г.

### Тяжеловесные грузы

О возмещении вреда, причиняемого	Постановление Правительства РФ	№934 от 16.11.2009 г.
----------------------------------	--------------------------------	-----------------------

транспортными средствами, осуществляющими перевозки тяжеловесных грузов по автомобильным дорогам РФ		
О взаимодействии по выдаче специальных разрешений для перевозки в международном сообщении по автомобильным дорогам общего пользования крупногабаритных и тяжеловесных грузов	Распоряжение Федерального Дорожного Агентства	№ 1-р от 11.01.2006 г.
Об утверждении Порядка осуществления временных ограничений или прекращения движения транспортных средств по автомобильным дорогам федерального значения и частным автомобильным дорогам	Приказ Минтранса РФ	от 12.08.2011 г. № 211

### Опасные грузы

Об утверждении Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом	Приказ Минтранса РФ	№ 73 от 08.08.1995 г.
Руководство по организации перевозок опасных грузов автомобильным транспортом	Руководство Департамента Автомобильного Транспорта	РД-3112199-0199-96 от 08.02.1996 г.
Административный регламент Федеральной службы по надзору в сфере транспорта предоставления государственной услуги по выдаче специальных разрешений на осуществление международных автомобильных перевозок	Приказ Минтранса России	№ 52 от 18.02.2013 г.

опасных грузов		
Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). Приложения А и В к Европейскому соглашению о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)	Женева	30.09.1957 г.

### **Страхование**

Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств	Федеральный закон	№ 40-ФЗ от 25.04.2002 г.
Положение о правилах обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств	Центральный Банк РФ	№ 431-П от 19.09.2014 г.
"О предельных размерах базовых ставок страховых тарифов и коэффициентах страховых тарифов, требованиях к структуре страховых тарифов, а также порядке их применения страховщиками при определении страховой премии по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств"	Указание Центрального Банка РФ	№ 3384-У от 19.09.2014

### **Международные перевозки**

О Государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их	Федеральный закон	№ 127-ФЗ от 24.07.1998 г.
---	-------------------	---------------------------

выполнения		
О государственном контроле (надзоре) за осуществлением международных автомобильных перевозок	Постановление Правительства РФ	№ 1272 от 31.10.1998 г.
Об утверждении правил осуществления контроля при пропуске лиц, транспортных средств, грузов, товаров и животных через государственную границу Российской Федерации	Постановление Правительства РФ	№ 872 от 20.11.2008 г.
О порядке применения средств и методов контроля при осуществлении пропуска лиц, транспортных средств, грузов, товаров и животных через государственную границу РФ	Постановление Правительства РФ	№ 50 от 02.02.2005 г.
Об утверждении Положения о допуске российских перевозчиков к осуществлению международных автомобильных перевозок	Постановление Правительства РФ	№ 730 от 16.10.2001 г.
О мерах, связанных с применением на территории РФ Таможенной конвенции о международной перевозке грузов с применением книжки МДП 1975 года, с учетом принятых поправок	Приказ Минтранса РФ и ГТК РФ	№ 61/591 от 01.09.1999 г.
Об утверждении Положения о порядке применения Конвенции МДП, 1975 г.	Приказ ГТК РФ	№206 от 18.05.1994 г.
Об утверждении типовой схемы организации пропуска через государственную границу Российской Федерации лиц,	Приказ Минтранса РФ	№ 23 от 24.01.2014 г.

транспортных средств, грузов, товаров и животных в автомобильных пунктах пропуска		
О картах, используемых в цифровом контрольном устройстве для контроля за режимами труда и отдыха водителей при осуществлении международных автомобильных перевозок в соответствии с требованиями Европейского соглашения, касающегося работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки	Приказ Минтранса РФ	№ 180 от 20.10.2009 г.
Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере транспорта предоставления государственной услуги по выдаче специальных разрешений на осуществление международных автомобильных перевозок опасных грузов	Приказ Минтранса РФ	№ 52 от 18.02.2013 г.
Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). Приложения А и В к Европейскому соглашению о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)	Женева	от 30.09.1957
Таможенная конвенция о международной перевозке грузов с применением	Женева	от 14.11.1975

книжки МДП. Customs Convention on the International Transport of Goods under Cover of TIR Carnets (TIR Convention)		
Конвенция о дорожном движении	Вена	от 08.11.1968
Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР)	Женева	01.07.1970

#### **Тендерное законодательство**

О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд	Федеральный закон	№ 44-ФЗ от 05.04.2013 г.
Об утверждении Положения о пользовании официальными сайтами в сети Интернет для размещения информации о размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд и о требованиях к технологическим, программным, лингвистическим, правовым и организационным средствам обеспечения пользования указанными сайтами	Постановление Правительства	№ 147 от 10.03.2007 г.

#### **Отдельные статьи УК РФ**

Уголовный кодекс РФ. Ст.128.1 "Клевета"	Федеральный закон	№ 63-ФЗ от 13.06.1996 г.
Уголовный кодекс РФ. Ст.327 "Подделка, изготовление или сбыт поддельных документов, государственных наград, штампов, печатей, бланков"	Федеральный закон	№ 63-ФЗ от 13.06.1996 г.

### Другое

Кодекс РФ об административных нарушениях. Глава 12. Административные правонарушения в области дорожного движения	Федеральный закон	№ 195-ФЗ от 30.12.2001 г.
Трудовой кодекс РФ	Федеральный закон	№ 197-ФЗ от 30.12.2001 г.
Гражданский кодекс РФ. Ч2. Ст.632-640. Аренда транспортного средства с предоставлением услуг по управлению и технической эксплуатации	Федеральный закон	№ 14-ФЗ от 26.01.1996 г.
Гражданский кодекс РФ. Ч2. Ст.642-649. Аренда транспортного средства без предоставления услуг по управлению и технической эксплуатации	Федеральный закон	№ 14-ФЗ от 26.01.1996 г.
Об электронной подписи.	Федеральный закон	№ 63-ФЗ от 06.04.2011 г.
О международном коммерческом арбитраже	Федеральный закон	№ 5338-1 от 07.07.1993 г.
Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ	Федеральный закон	№ 257-ФЗ от 08.11.2007 г.

О транспортной безопасности	Федеральный закон	№ 16-ФЗ от 09.02.2007 г.
Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS	Постановление Правительства РФ	№ 641 от 25.08.2008 г.
Об утверждении Правил оказания услуг по организации проезда транспортных средств по платным автомобильным дорогам общего пользования федерального значения, платным участкам таких автомобильных дорог	Постановление Правительства РФ	№18 от 19.01.2010
О классификации автомобильных дорог в РФ	Постановление Правительства РФ	№ 767 от 28.09.2009 г.
О правилах дорожного движения	Постановление Правительства РФ	№ 1090 от 23.10.1993 г.
О проведении технического осмотра транспортных средств	Постановление Правительства РФ	№ 1008 от 05.12.2011 г.
Об утверждении Регламента Государственной компании "Российские автомобильные дороги"	Постановление Правительства РФ	№ 685 от 03.09.2010 г.
Об утверждении Перечня видов автомобильных транспортных средств, используемых для перевозки пассажиров и опасных грузов, подлежащих оснащению аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS	Приказ Минтранса РФ	№ 55 от 09.03.2010 г.
Об утверждении Положения	Приказ Минтранса	№ 15 от 20.08.2004

об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха водителей автомобилей	РФ	г.
Об утверждении требований к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства, категорий и видов транспортных средств, оснащаемых тахографами, правил использования, обслуживания и контроля работы тахографов, установленных на транспортные средства	Приказ Минтранса РФ	№ 36 от 13.02.2013 г.
Об утверждении Порядка оснащения транспортных средств тахографами.	Приказ Минтранса РФ	№ 273 от 21.08.2013 г.
Об утверждении порядка оформления и форм экспедиторских документов	Приказ Минтранса РФ	№ 23 от 11.02.2008 г.
Об утверждении обязательных реквизитов и порядка заполнения путевых листов	Приказ Минтранса РФ	№ 152 от 18.09.2008 г.
Об утверждении Правил обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом и перечня мероприятий по подготовке работников юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим	Приказ Министерства транспорта РФ	№ 7 от 15.01.2014 г.

<p>транспортом, к безопасной работе и транспортных средств к безопасной эксплуатации</p>		
<p>Об утверждении Межотраслевых норм времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы</p>	<p>Постановление Минтруда РФ</p>	<p>№ 76 от 17.10.2000 г.</p>
<p>Об утверждении перечней должностей и работ, замещаемых или выполняемых работниками, с которыми работодатель может заключать письменные договоры о полной индивидуальной или коллективной (бригадной) материальной ответственности, а также типовых форм договоров о полной материальной ответственности</p>	<p>Постановление Минтруда РФ</p>	<p>№ 85 от 31.12.2002 г.</p>
<p>Единые нормы времени на перевозку грузов автомобильным транспортом и сдельные расценки для оплаты труда водителей</p>	<p>Постановление ГОСКОМТРУДА СССР</p>	<p>№ 153/6 от 13.03.1987 г.</p>
<p>Об утверждении перечней федеральных дорог в РСФСР</p>	<p>Постановление Правительства РСФСР</p>	<p>№ 62 от 24.12.1991 г.</p>
<p>Об утверждении унифицированных форм первичной учетной документации по учету работы строительных машин и механизмов, работ в автомобильном транспорте</p>	<p>Постановление Госкомстата России</p>	<p>№ 78 от 28.11.1997 г.</p>

О личной медицинской книжке и санитарном паспорте	Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека	№ 402 от 20.05.2005 г.
О порядке расчетов за перевозки грузов автомобильным транспортом	Инструкция Минфина СССР №156, Госбанка СССР №30, ЦСУ ССР №354/7, Минтранса РСФСР №10/998	№ 156/30/354/ 7/10/998 от 30.11.1983 г.
Об утверждении правил технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта	Приказ Минавтотранса РСФСР	№ 19 от 09.12.1970 г.
О направлении систематизированных материалов по документированию операций при транспортировке товаров	Письмо ФНС	№ ШС-22-3/660 от 21.08.2009 г.
О принятии технического регламента Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств"	Решение Комиссии Таможенного союза	№ 877 от 09.12.2011 г.

Информация с сайта <https://ati.su/documents/htmldocs/laws/>

**Задание 2.** Изучите правовые основы транспортно-логистической деятельности на основе работы в правовой системе «Консультант плюс».

Для этого с рабочего стола компьютера откройте правовую систему «Консультант плюс».

Вводите в поисковую строку названия документов, открывайте их, знакомьтесь с ними, в т.ч. переходя по гиперссылкам на ссылающиеся в них нормативно-правовые акты. Составьте свою библиотеку, проверяя действие того или иного документа, представленного ниже, и сохраняя себе на флешку файлы с законодательными актами, имеющими статус действующих

## **Общие нормы, связанные с грузоперевозками, доставкой грузов и транспортно-экспедиционной деятельностью**

### ***Международные нормы по транспортному оборудованию***

Международная конвенция по безопасным контейнерам (КБК) от 1976 г. (Шпаргалка по документу)

Таможенная конвенция, касающаяся контейнеров (КТК) [Customs Convention on Containers (ССС)];

Международные нормы по грузам растительного и животного происхождения

Международная конвенция по карантину и защите растений (принята на 29-ой Конференции ФАО, ноябрь 1997) (Шпаргалка по документу)

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 3 (МСФМ № 3)  
Руководство по экспорту, перевозке, импорту и выпуску агентов биологической борьбы и других полезных организмов (2005)

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 7 (МСФМ № 7)  
Система фитосанитарной сертификации

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 12 (МСФМ №12)  
Фитосанитарные сертификаты

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 15 (МСФМ №15)  
Регулирование упаковочного древесного материала в международной торговле

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 20 (МСФМ №20)  
Руководство по фитосанитарной системе регламентации импорта

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 25 (МСФМ №25)  
Транзитные грузы

Единые ветеринарные (ветеринарно-санитарные) требования, предъявляемые к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору)  
Утверждены Решением Комиссии таможенного союза от 18 июня 2010 г. № 317

Единые карантинные фитосанитарные требования, предъявляемые к подкарантинной продукции и подкарантинным объектам на таможенной границе и на таможенной территории Евразийского экономического союза (Утв. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 № 157)

### ***Международные нормы по опасным грузам***

ООН. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Типовые правила. Т1.

ООН. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Типовые правила. Т2.

ООН. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Руководство по испытаниям и критериям

## **Международные нормы в сфере ВЭД**

Таможенный кодекс Евразийского экономического союза" (ред. от 29.05.2019) (приложение N 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза)

### **Нормы РФ в сфере перевозок**

Гражданский кодекс РФ, ч.2., гл.41-42 (перевозка и транспортная экспедиция) (Шпаргалка по ГК РФ-перевозка)

Федеральный закон "О транспортно-экспедиционной деятельности" от 30.06.2003 N 87-ФЗ (Шпаргалка по документу)

Федеральный закон "О лицензировании отдельных видов деятельности" от 04.05.2011 N 99-ФЗ (ст.12, ч.1, пп.21,26,27, 28)

Постановление Правительства РФ от 08.09.2006 N 554 "Об утверждении Правил транспортно-экспедиционной деятельности"

Сборник правил по контейнерам Российского морского регистра судоходства НД № 2-090201-014

### ***Нормы РФ в сфере ВЭД***

Постановление Правительства Российской Федерации от 20.11.2008 № 872 «Об утверждении Правил осуществления контроля при пропуске лиц, транспортных средств, грузов, товаров и животных через государственную границу Российской Федерации»

Другие нормы

Кодекс практики ИМО/МОТ/ЕЭК ООН по укладке грузов в грузовые транспортные единицы (Кодекс ГТЕ)

## **Нормы, регулирующие перевозки грузов железнодорожным транспортом**

### ***Международные нормы в сфере железнодорожного транспорта***

Конвенция о международных железнодорожных перевозках (КОТИФ) (РФ присоединилась к Конвенции ФЗ от 17 июля 2009 № 152-ФЗ)

Конвенция о международных железнодорожных перевозках (КОТИФ). Приложение С - Регламент о международной железнодорожной перевозке опасных грузов (РИД)

Соглашение о Международном железнодорожном грузовом сообщении

Приложение 3 к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении "Технические условия размещения и крепления грузов"

Международные нормы по опасным грузам в сфере железнодорожного транспорта

ПРАВИЛА перевозок опасных грузов по железным дорогам (ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ на 15 заседании Совета по железнодорожному транспорту государств - участников Содружества, протокол от 05.04.96 N 15)

ИНСТРУКЦИЯ ДЧ-1835 по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах государств - участников СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики

### ***Нормы РФ в сфере железнодорожного транспорта***

Федеральный закон "Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации" от 10.01.2003 N 18-ФЗ

Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 N 2417 (ред. от 30.11.2021) "О лицензировании отдельных видов деятельности на железнодорожном транспорте" (вместе с "Положением о лицензировании деятельности по перевозкам железнодорожным транспортом пассажиров", "Положением о лицензировании деятельности по перевозкам железнодорожным транспортом опасных грузов", "Положением о лицензировании погрузочно-разгрузочной деятельности применительно к опасным грузам на железнодорожном транспорте")

Приказ МПС РФ от 18.06.2003 № 29 "Об утверждении правил выдачи грузов на железнодорожном транспорте

Приказ Минтранса России от 07.12.2016 N 374 "Об утверждении Правил приема грузов, порожних грузовых вагонов к перевозке железнодорожным транспортом"

Приказ Министерства транспорта РФ от 18 декабря 2019 г. N 405 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов в контейнерах и порожних контейнеров"

Приказ МПС РФ от 29.03.1999 N 10Ц (ред. от 03.10.2011) "Об утверждении Правил перевозок грузов отправительскими маршрутами на железнодорожном транспорте

Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах (Утв. МПС РФ 27 мая 2003 N ЦМ-943)

Распоряжение ОАО "РЖД" от 15 апреля 2019 г. N 715/р "Об утверждении порядка согласования и утверждения местных технических условий, способов размещения и крепления грузов, не предусмотренных техническими условиями, и эскизов размещения грузов в вагонах и контейнерах, перевозимых ОАО "РЖД"

## **Нормы РФ по видам грузов в сфере железнодорожного транспорта**

Приказ Минтранса России от 15.08.2019 N 267 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов с объявленной ценностью"

Приказ Минтранса России от 04.03.2019 N 70 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов с сопровождением и Перечня грузов, требующих обязательного сопровождения в пути следования"

Приказ Минтранса России от 14.01.2020 № 24 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом подкарантинных грузов"

Приказ Минтранса РФ от 14.01.2020 N 10 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов, подлежащих федеральному государственному ветеринарному надзору"

Приказ Минтранса России от 17.05.2021 N 149 "Об утверждении Перечня грузов, перевозка которых допускается в открытом железнодорожном подвижном составе" (Зарегистрировано в Минюсте России 26.07.2021 N 64375)

Приказ Минтранса России от 17.05.2021 N 150 "Об утверждении Перечня грузов, которые могут перевозиться железнодорожным транспортом насыпью и навалом" (Зарегистрировано в Минюсте России 26.07.2021 N 64376)

Приказ МПС России от 05.04.1999 №20Ц "Об утверждении Правил перевозок смерзающихся грузов на железнодорожном транспорте (зарегистрирован Минюстом России 12 мая 1999 г., регистрационный N 1786)

Приказ МПС России от 18.06.2003 №33 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов мелкими отправлениями (зарегистрирован Минюстом России 20 июня 2003 г., регистрационный N 4806).

Приказ МПС России от 18.06.2003 №35 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом животных (зарегистрирован Минюстом России 19 июня 2003 г., регистрационный N 4767).

Приказ МПС России от 18.06.2003 №41 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов на особых условиях (зарегистрирован Минюстом России 25 июня 2003 г., регистрационный N 4825).

Приказ Минтранса России от 26.02.2015 N 32 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов, порожних грузовых вагонов группами вагонов по одной накладной (зарегистрирован Минюстом России 19 июня 2015 г., регистрационный N 37721)

Приказ Минтранса России от 22.10.2007 N 150 Об утверждении Правил перевозок грузов в поездах, сформированных из локомотивов и вагонов, принадлежащих на праве собственности или ином праве грузоотправителям, грузополучателям, иным юридическим и физическим лицам, не являющимся перевозчиками на железнодорожном транспорте (зарегистрирован Минюстом России 11 декабря 2007 г., регистрационный N 10674)

Приказ Минтранса России от 04.03.2019 N 66 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов (зарегистрирован Минюстом России 10 июня 2019 г., регистрационный N 54895)

Приказ Минтранса России от 29.07.2019 N 245 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов наливом в вагонах-цистернах и вагонах бункерного типа для перевозки нефтебитума (зарегистрирован Минюстом России 7 февраля 2020 г., регистрационный N 57458)

Приказ Минтранса России от 14.01.2020 N 8 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом автопоездов, автоприцепов, полуприцепов, съемных автомобильных кузовов в порожнем или груженом состоянии в грузовых вагонах (зарегистрирован Минюстом России 26 июня 2020 г., регистрационный N 58785).

Приказ Минтранса России от 05.09.2022 N 352 "Об утверждении Правил перевозок пассажиров, багажа, грузобагажа железнодорожным транспортом" (Зарегистрировано в Минюсте России 27.10.2022 N 70720) - вступает в силу в сентябре 2023 г.

### **Нормы, регулирующие перевозки грузов автомобильным транспортом**

Международные нормы по опасным грузам в сфере автомобильного транспорта

ДОПОГ (Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов)

#### **Нормы РФ в сфере автомобильного транспорта**

Федеральный закон "Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта" от 08.11.2007 N 259-ФЗ (Шпаргалка по документу)

Постановление Правительства РФ от 21.12.2020 № 2200 "Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом" (Шпаргалка по документу)

#### ***Нормы, регулирующие перевозки грузов водным транспортом***

#### **Международные нормы по видам грузов в сфере водного транспорта**

Международный кодекс морской перевозки навалочных грузов

#### **Международные нормы по опасным грузам в сфере водного транспорта**

Международный морской кодекс по опасным грузам. Т.1. Ч.1,2,4,5,6,7

Международный морской кодекс по опасным грузам Т.2. Ч.3 "Перечень опасных грузов, специальные положения и освобождения"

### **Нормы РФ в сфере водного транспорта**

Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 07.03.2001 N 24-ФЗ

Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации от 30.04.1999 N 81-ФЗ

Постановление Правительства РФ от 21.07.2021 N 1243 "О лицензировании деятельности по перевозкам внутренним водным транспортом, морским транспортом опасных грузов и деятельности по осуществлению буксировок морским транспортом (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя)" (вместе с "Положением о лицензировании деятельности по перевозкам внутренним водным транспортом, морским транспортом опасных грузов", "Положением о лицензировании деятельности по осуществлению буксировок морским транспортом (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя)")

Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2111 "Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по перевозкам внутренним водным транспортом, морским транспортом пассажиров и Положения о лицензировании погрузочно-разгрузочной деятельности применительно к опасным грузам на внутреннем водном транспорте, в морских портах"  
Правила перевозки внутренним водным транспортом от 01.01.1979

Приказ Минтранса РФ № ВР-1/п от 21.04.2003 "Об утверждении Правил безопасности морской перевозки грузов

### **Нормы, регулирующие хранение товаров и складское дело**

Гражданский кодекс РФ, ч.2.гл.47, §2 Хранение на товарном складе

СП 114.13330.2016 «СНиП 21-03-2003 Склады лесных материалов. Противопожарные нормы»

СП 92.13330.2012 «СНиП II-108-78 Склады сухих минеральных удобрений и химических средств защиты растений» с Изменением № 1

СП 105.13330.2012 «СНиП 2.10.02-84 Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» с Изменением № 1

СП 108.13330.2012 «СНиП 2.10.05-85 Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна» с Изменениями № 1, № 2, № 3

СП 302.1325800.2017 «Склады для аварийно химически опасных веществ. Правила проектирования»

СП 109.13330.2012 «СНиП 2.11.02-87 Холодильники» с Изменениями № 1, № 2, № 3

### **Нормы, касающиеся логистической (транспортной) инфраструктуры**

СП 262.1325800.2016 «Контейнерные площадки и терминальные устройства на предприятиях промышленности и транспорта. Правила проектирования и строительства»

СП 316.1325800.2017 «Терминалы контейнерные. Правила проектирования» с Изменением № 1

**Стандарты (в соответствии со ст.4. Федеральный закон от 29.06.2015 n 162-ФЗ (ред. От 30.12.2020) "о стандартизации в российской федерации" применение стандартов является добровольным)**

ГОСТ Р 52298-2004 «Услуги транспортно-экспедиторские. Общие требования»

ГОСТ Р 52524-2019 (ИСО 6346:1995) Контейнеры грузовые. Кодирование, идентификация и маркировка

ГОСТ 26653-2015 Подготовка генеральных грузов к транспортированию. Общие требования

ГОСТ Р 52202-2004 (ИСО 830-99) Контейнеры грузовые. Термины и определения

ГОСТ Р 53350-2009 (ИСО 668:1995) Контейнеры грузовые серии 1. Классификация, размеры и масса

ГОСТ Р 59142-2020 Перевозка подвижной техники на судах внутреннего водного транспорта. Общие требования

ГОСТ Р 58664-2019 Услуги на железнодорожном транспорте. Перевозка скоропортящихся грузов. Общие требования к качеству

ГОСТ Р 58855-2020 Услуги на железнодорожном транспорте. Качество услуг в области грузовых перевозок. Термины и определения

ГОСТ 26319-2020 Грузы опасные. Упаковка

ГОСТ 15846-2002 Продукция, отправляемая в районы крайнего севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение

### Тестовые задания

1. Какие сведения содержит путевой лист?
  - а) о сроке действия путевого листа;
  - б) о лице, оформившем путевой лист;
  - в) о транспортном средстве;
  - г) о водителе (водителях) транспортного средства;
  - д) о виде перевозки;
  - е) о виде сообщения
2. Вправе ли собственник (владелец) транспортного средства включать в путевой лист дополнительные сведения, учитывающие особенности осуществления им деятельности, связанной с перевозкой пассажиров и багажа, грузов (вариант ответа да или нет)
3. Чем подтверждается заключение договора перевозки груза?
4. Какие юридические вопросы регламентируют термины Инкотермс-2020?
  - а) распределение обязанностей продавца и покупателя по передаче товара
  - б) организация транспортировки груза (выбор перевозчика, заключение договора перевозки и др.)
  - в) распределение между сторонами сделки издержек, связанных с исполнением контракта, в первую очередь, по доставке товара
  - г) момент перехода с продавца на покупателя риска возможной гибели или повреждения товара в процессе транспортировки
  - д) распределение между контрагентами обязанностей по получению лицензий и выполнению таможенных формальностей
5. Внешнеторговый \_\_\_\_\_ - основной коммерческий документ, определяющий взаимоотношения участников внешнеторговой сделки, их права и обязанности.
6. Верно ли утверждение, что «Формы документов на транспортно-экспедиционное обслуживание, используемое в сложившемся документообороте, разработаны на основе требований национального и международного законодательства к оформлению операций в этой сфере»?
  - а) верно
  - б) неверно

7. Верно ли утверждение, что «Все вопросы, касающиеся взаимоотношений транспортных организаций, грузоотправителей, грузополучателей, экспедиторов, подробно рассмотрены в Правилах перевозки грузов на каждом виде транспорта»?

- а) верно
- б) неверно

8. Верно ли утверждение, что «В Правилах перевозки грузов на каждом виде транспорта детально определяются условия перевозки, порядок приемки и выдачи грузов, составления актов о повреждении и утрате груза и др. Частично эти вопросы более подробно или в специальных аспектах рассматриваются в Гражданском Кодексе РФ, действующих инструкциях и подзаконных актах»?

- а) верно
- б) неверно

9. Какие документы используются в международной доставке для регулирования и оформления транспортно-экспедиционного обслуживания?

- а) Конвенция ООН о международной смешанной перевозке грузов
- б) Конвенция о договоре международной дорожной перевозке грузов
- в) Таможенная Конвенция о международной перевозке грузов с применением книжек МДП
- г) Конвенция о дорожном движении
- д) Соглашение о таможенном оформлении международных перевозок, осуществляемых грузовым автомобильным транспортом

10. Какие документы используются в международной доставке для регулирования и оформления транспортно-экспедиционного обслуживания?

- а) Европейское соглашение о работе экипажей транспортных средств на международных автомобильных перевозках
- б) Брюссельские правила
- в) Гаагские правила
- г) Варшавская, Гвадалахарская конвенции о международной перевозке грузов по воздуху
- д) Конвенция о кодексе поведения линейных конференций

11. \_\_\_\_\_ - это международный договор по определенному вопросу, имеющий обязательную силу для государств, присоединившихся к нему или подписавших его.

12. Международное \_\_\_\_\_ - это регулируемый международным правом, заключенный разными государствами и (или) другими субъектами международного права договор для совместного достижения определенных результатов по тому или иному вопросу

13. \_\_\_\_\_ лист - первичный документ учета работы водителя автомобиля.; документ оперативного учета, который характеризует выполнение водителем производственных задач (перевозок), учитывает режим работы водителя и транспортного средства, расход горюче-смазочных материалов.

14. Дорожная \_\_\_\_\_ - содержит данные о сроке доставки груза, о проследовании пунктов перехода с дороги на дорогу(календарные штампы станций перехода ) и др. Вместе с накладной они сопровождают груз до станции назначения

15. Счет-\_\_\_\_\_ - это документ, удостоверяющий фактическую отгрузку товаров или оказание транспортных услуг и их стоимость, на основании которого производится оплата автомобильных перевозок груза с учетом НДС

16. \_\_\_\_\_ качества груза – это документ, подтверждающий факт соответствия данной продукции всем требованиям качества и безопасности, закрепленным в действующих государственных стандартах и регламентах.

### Практическое занятие №3

#### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВ ТРАНСПОРТА

Существует пять основных видов транспорта: железнодорожный, водный (морской и речной), автомобильный, воздушный и трубопроводный.

**Железнодорожный транспорт.** Обеспечивает экономичную перевозку пассажиров и крупных партий грузов, предлагая при этом ряд дополнительных услуг, благодаря чему он занимал почти монопольное положение на транспортном рынке. И лишь бурное развитие автомобильного транспорта в 70–90-е гг. XX в. привело к сокращению его относительной доли в совокупном доходе транспорта и общем грузообороте. Значение железных дорог до сих пор определяется их способностью эффективно и относительно дешево перевозить большие объемы грузов и пассажиров на дальние расстояния. Железнодорожные перевозки отличаются высокими постоянными издержками в связи с большой стоимостью рельсовых путей, подвижного состава, сортировочных станций и депо. При этом переменная часть издержек на железных дорогах невелика. Основную часть грузооборота дает железным дорогам большие объемы междугородных пассажирских перевозок, а также вывоз минерального сырья (угля, руды и пр.) от источников добычи, расположенных вдалеке от водных путей. При этом соотношение постоянных

и переменных издержек на железнодорожном транспорте таково, что для него по-прежнему выгоды дальние перевозки. Сравнительно недавно появилась тенденция к специализации железнодорожных перевозок, что связано со стремлением повысить качество предоставляемых ими услуг. Так, появились трехъярусные платформы для перевозки автомобилей, двухъярусные контейнерные платформы, сочлененные вагоны, составы специального назначения. Состав специального назначения – это товарный поезд, все вагоны которого предназначены для перевозки одного вида продукта, например, угля. Такие составы экономичнее и быстрее традиционных смешанных, потому что могут, минуя сортировочные станции, следовать прямо к месту назначения. Сочлененные вагоны имеют удлиненную ходовую часть, которая способна принимать до 10 контейнеров в одной гибкой сцепке, что уменьшает нагрузку вагона и сокращает время, необходимое для перевалки. Двухъярусные контейнерные платформы, как следует из названия, могут быть загружены контейнерами в два этажа, что удваивает грузместимость подвижного состава. Подобные технические решения помогают железным дорогам уменьшить грузовую нагрузку вагонов, увеличить грузоподъемность составов и облегчить процессы погрузки-выгрузки.

**Водный транспорт.** Здесь принято разделение на глубоководное (океанское, морское) судоходство и внутреннее (речное). Главное преимущество водного транспорта – это способность перевозить очень крупные объемы грузов. При этом используют два типа судов: глубоководные (нуждаются в портах с глубоководными акваториями) и дизельные баржи (обладают большей гибкостью). Главными недостатками водного транспорта являются ограниченные функциональные возможности и небольшая его скорость. Причина в том, что для доставки грузов в порты и из портов приходится использовать железные дороги или грузовики, за исключением случаев, когда и пункт отправления, и пункт назначения расположены на одном и том же водном пути. Водный транспорт, таким образом, отличающийся большой грузоподъемностью и незначительными переменными издержками, выгоден тем грузоотправителям, для которых важны низкие транспортные тарифы, а скорость доставки имеет второстепенное значение. Типичными грузами для перевозки по внутренним водным путям являются руда, минеральное сырье, цемент, зерно и некоторые другие сельскохозяйственные продукты. Возможности транспорта ограничены не только его привязкой к судоходным рекам и каналам, но и зависимостью от мощностей для погрузки-разгрузки и хранения таких насыпных грузов, а также растущей конкуренцией со стороны железных дорог, обслуживающих

параллельные дороги. В будущем значение водного транспорта для логистики не уменьшится, так как медленные речные суда могут служить своего рода передвижными складами при надлежащей интеграции в общую логистическую систему.

**Автомобильный транспорт.** Основными причинами активного использования автотранспорта в логистических системах стали присущие ему гибкость доставки и высокая скорость междугородных перевозок. От железных дорог автотранспорт отличают сравнительно небольшие капиталовложения в оборудование терминалов (погрузочно-разгрузочных мощностей) и использование автодорог общего пользования. Однако в автотранспорте величина переменных издержек (оплата труда водителей, затраты на горючее, шины и ремонт) в расчете на 1 км пути велика, постоянные же расходы (накладные расходы, амортизация автотранспортных средств) невелики. Поэтому, в отличие от железнодорожного, автотранспорт лучше всего подходит для перевозки небольших партий грузов на малые расстояния. Это определяет сферы использования автотранспорта – перерабатывающая промышленность, торговля и пр. Несмотря на определенные проблемы в автотранспортной отрасли (рост расходов на замену и техническое обслуживание оборудования, на оплату труда водителей, грузчиков и ремонтников) в обозримом будущем именно автотранспортные перевозки сохранят центральные позиции в обеспечении транспортных потребностей логистики.

**Воздушный транспорт.** Грузовая авиация – новейший и наименее востребованный вид транспорта. Главное его преимущество – скорость доставки, главный недостаток – высокая стоимость перевозки, которая иногда перекрывается скоростью доставки, что позволяет отказаться от других элементов структуры логистических издержек, связанных с содержанием складов и запасов. Хотя дальность воздушных перевозок не ограничена, на их долю до сих пор приходится менее 1% всего междугородного грузооборота (выраженного в тонномилях). Возможности воздушного транспорта сдерживаются грузоподъемностью и грузоместимостью самолетов, а также их ограниченной доступностью. Традиционно для междугородных грузовых перевозок использовались по большей части попутные пассажирские рейсы, что было выгодно и экономично, но привело к потере гибкости и задержке технического развития. Фрахт реактивного лайнера обходится дорого, а спрос на такие перевозки нерегулярен, поэтому парк самолетов, осуществляющих исключительно грузовые перевозки, очень невелик. Воздушный транспорт отличается меньшей величиной постоянных издержек по сравнению с железными дорогами, водным транспортом или трубопроводами. Постоянные

издержки воздушного транспорта включают затраты на покупку самолетов и, при необходимости, специального оборудования для обеспечения пассажиропотоков, погрузочно-разгрузочных операций при грузопереработке и с контейнерами. Переменные издержки включают расходы на керосин, техническое обслуживание самолетов и оплату труда летного и наземного персонала. Поскольку для размещения аэропортов нужны очень большие открытые пространства, то воздушные перевозки, как правило, не объединены в единую систему с другими видами транспорта, за исключением автомобильного. Воздушным транспортом перевозят самые различные грузы. Главная особенность этого вида транспорта заключается в том, что им пользуются для доставки грузов главным образом в случае экстренной необходимости, а не на регулярной основе. Таким образом, основные грузы, перевозимые воздушным транспортом, – либо дорогостоящие, либо скоропортящиеся товары, когда высокие транспортные расходы оправданы. Потенциальными объектами грузовых авиаперевозок являются также такие традиционные для логистических операций продукты, как сборочные детали и компоненты, товары, продаваемые по почтовым каталогам.

**Трубопроводный транспорт.** Трубопроводы являются важной частью транспортной системы и предназначены в основном для перекачки сырой нефти и жидких нефтепродуктов, природного газа, жидких химикатов и превращенных в водную суспензию сухих сыпучих продуктов (цемент). Такой вид транспорта уникален: он работает круглые сутки по семь дней в неделю с перерывом только на смену перекачиваемых продуктов и техническое обслуживание. Трубопроводы отличаются самой высокой долей постоянных издержек и самыми низкими переменными издержками. Уровень постоянных издержек высок, так как очень велики расходы на прокладку трубопроводов, на содержание полосы отчуждения, на строительство насосных станций и создание системы управления трубопроводом. Но то, что трубопроводы могут работать практически без участия человека, определяет низкий уровень переменных издержек. Явными недостатками трубопроводов являются отсутствие гибкости и ограниченность их использования транспортировкой только жидких, газообразных и растворимых веществ или суспензий. Скорость определяется временем движения на определенное расстояние. Самый быстрый из всех – воздушный транспорт. Доступность – это способность транспорта обеспечить связь между любыми двумя географическими пунктами. Наибольшей доступностью отличается автотранспорт, так как грузовики могут взять груз непосредственно в месте отправления и доставить его непосредственно в место назначения. Показатель надежности отражает потенциальные отклонения от ожидаемого или

установленного графика доставки. Поскольку трубопроводы работают круглые сутки и не боятся ни погоды, ни перегрузки, они являются самым надежным видом транспорта. Грузоподъемность характеризует способность перевозить грузы любого веса и объема. По этому признаку наивысшая оценка принадлежит водному транспорту. Частота – это число перевозок (транспортировок) в графике движения. Поскольку трубопроводы работают в непрерывном режиме, они и здесь занимают первое место.

**Задание 1.** Изучите виды транспорта и их особенности по учебно-методическому пособию:

Сухарева, С. В. Техничко-эксплуатационные показатели работы транспорта : учебно-методическое пособие / С. В. Сухарева. — Омск : СибАДИ, 2021. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/221438>

пройдя по ссылке:

<https://reader.lanbook.com/book/221438?lms=977f48b6895db07092587150b447bb13#9>

Заполните таблицу:

Сравнительная характеристика видов транспорта

Вид транспорта	Преимущества	Недостатки

**Задание 2.** Проанализируйте таблицу сопоставления различных видов транспорта по их эксплуатационным характеристикам, пройдя по ссылке: <https://reader.lanbook.com/book/221438?lms=80fb6bc99470ce9883b8a34bb6cf0d47#20>

#### Практическое занятие №4

### ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА

В качестве показателей для оценки эффективности транспортной системы используют:

- показатели мощности оснащения, характеризующие состав транспортной системы и ее потенциальные возможности:
  - протяженность путей сообщения,

- количество терминалов в системе,
  - пропускная способность,
  - провозная способность
  - численность транспортных средств
  - структурные характеристики оснащения;
2. показатели транспортной работы, характеризующие объем планируемых или фактически выполненных перевозок:
- объем перевозок,
  - грузооборот,
  - среднее расстояние перевозки одной тонны груза;
  - технико-эксплуатационные показатели, характеризующие отдельные аспекты
3. эффективности использования путей сообщения и транспортных средств:
- интенсивность использования инфраструктуры,
  - общий и груженный пробег транспортных средств,
  - средняя загрузка транспортных средств,
  - скорость движения,
  - количество рейсов, выполненное за определенный период,
  - количество груза, перевезенное транспортным средством за определенный период;
4. экономические показатели, характеризующие экономическую стоимость перевозок:
- себестоимость перевозок,
  - средняя доходная ставка;
  - показатели, характеризующие качество предоставляемых транспортных услуг.

Для сравнительной характеристики транспортных систем разных стран целесообразно использовать относительные показатели в расчете на 100 кв.км. площади территории или на 1000 жителей, проживающих в данной стране.

Некоторые основные эксплуатационные характеристики транспортных средств различных видов рассматриваются ниже.

1. Эксплуатационные показатели водных судов:

водоизмещение (массовое или объемное) определяется массой или объемом воды, вытесняемой плавающим судном;

грузоподъемность – перевозочная способность данного судна;

дедвейт (или полная грузоподъемность) – величина груза, которую судно способно принять до осадки по летнюю грузовую марку на ватерлинии;

грузовместимость – способность судна вместить груз определенного объема (отдельно для тарно-упаковочных, штучных и сыпучих грузов).

Различают одинарную грузовместимость, когда объем всех грузовых помещений используется одновременно, и двойную, когда грузовые помещения используются по очереди для равномерности загрузки судна.

2. Эксплуатационные показатели железнодорожного состава:

коэффициент использования грузоподъемности, равный отношению фактической массы груза в вагоне к его грузоподъемности;

коэффициент вместимости, равный частному от деления фактического груза в вагоне на вместимость вагона;

техническая норма загрузки – это согласованное с грузоотправителем количество груза, которое может быть загружено в данный вагон при наилучшем использовании его грузоподъемности и вместимости.

3. Эксплуатационные показатели автомобильного транспорта характеризуются показателями эксплуатационно-технического качества, которые вместе с данными по конкретным условиям эксплуатации служат для выбора подвижного состава той или иной марки.

К таким показателям относятся характеристики автомобиля по его габаритам, массе, грузоподъемности, проходимости, скорости и другим динамическим качествам, устойчивости и маневренности и, наконец, по экономичности. Эффективность использования автомобильного транспорта определяется такими показателями, как себестоимость перевозок, их производительность, энергоемкость и др.

Привлекательность автотранспорта отчасти объясняется его относительным превосходством над другими по всем пяти характеристикам, за исключением грузоподъемности. Это обстоятельство позволяет рассмотреть эксплуатационные характеристики (показатели) автотранспорта более подробно.

Работа подвижного состава автомобильного транспорта оценивается системой технико-эксплуатационных показателей, характеризующих количество и качество выполненной работы. Техничко-эксплуатационные показатели использования подвижного состава в транспортном процессе можно разделить на две группы.

К первой группе следует отнести показатели, характеризующие степень использования подвижного состава грузового автомобильного транспорта:

коэффициенты технической готовности, выпуска и использования подвижного состава;

коэффициенты использования грузоподъемности и пробега;

среднее расстояние ездки с грузом и среднее расстояние перевозки;

время простоя под погрузкой-разгрузкой;  
время в наряде;  
техническая и эксплуатационная скорости.

Вторая группа характеризует результативные показатели работы подвижного состава:

число ездов;  
общее расстояние перевозки и пробег с грузом;  
объем перевозок и транспортная работа.

Наличие в автотранспортном предприятии автомобилей, тягачей, прицепов, полуприцепов называют списочным парком подвижного состава.

Снабженческо-сбытовые организации также участвуют в транспортном процессе и тем самым оказывают существенное влияние на себестоимость перевозки грузов автомобильным транспортом. Знание работниками организаций влияния эксплуатационных показателей на себестоимость 1 т км позволяет правильно использовать транспортные средства при доставке продукции потребителям и тем самым снизить себестоимость перевозок грузов.

С увеличением технической скорости и сокращением времени простоя под погрузкой и разгрузкой возрастают пробег и производительность автомобиля при неизменной сумме постоянных расходов, что позволяет снизить себестоимость перевозок, приходящихся на 1 т км.

При повышении коэффициентов использования грузоподъемности и пробега подвижного состава резко снижается себестоимость перевозок, так как при этом уменьшается сумма и переменных и постоянных расходов, приходящихся на 1 т·км.

Поскольку себестоимость перевозок зависит от объема выполненной работы и затраченных на нее средств, основным условием ее снижения являются рост производительности труда водителей и других работников автотранспортных предприятий, экономия материальных ресурсов (снижение затрат на топливо, запасные части и т.п.), а также сокращение административно-управленческих расходов путем рационализации управления автотранспортными предприятиями.

Огромную роль в снижении себестоимости перевозок играют эффективная организация перевозок и комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ. Рациональное решение этих вопросов позволяет максимально использовать грузоподъемность автомобилей и обеспечить минимальный их простой при погрузке и разгрузке. Значительное снижение себестоимости достигается применением прицепов, которые резко

увеличивают производительность автомобиля и способствуют повышению коэффициента использования пробега.

**Задание 1.** Изучите характеристики объемных показателей работы автомобильного транспорта, пройдя по ссылке:

<https://reader.lanbook.com/book/221438?lms=1e83dd2a16f4fb146bf83c3591c79ef2#33>

**Задание 2.** Изучите технико-эксплуатационные показатели работы автомобильного транспорта, пройдя по ссылке:

<https://reader.lanbook.com/book/221438?lms=bad54d201a296c3c96da9b75b9540918#39>

Сделайте конспект в тетради.

### **Вопросы для проверки знаний:**

1. Дайте краткую классификацию транспорта по виду перевозимого груза.
2. Дайте краткую классификацию транспорта по назначению.
3. Определите группы показателей работы транспорта и факторы, их определяющие.
4. Назовите технико-эксплуатационные показатели работы автомобильного транспорта, классификацию показателей.
5. Поясните характеристику коэффициента использования пробега.
6. Как рассчитать нулевой пробег автомобиля?
7. Как рассчитать производительность грузового автомобиля?
8. Дайте определение понятию "эксплуатационная скорость".
9. Дайте определение понятию "техническая скорость автомобиля".
10. Опишите способ расчета коэффициента выпуска подвижного состава на линию.
11. Дайте определение понятию "время пребывания в наряде".
12. Дайте определение понятию "общий пробег".
13. Что называется нулевым пробегом автомобиля?
14. Дайте характеристику коэффициенту использования пробега.
15. Дайте характеристику коэффициенту статического использования грузоподъемности.
16. Дайте характеристику коэффициенту динамического использования грузоподъемности.

17. Дайте характеристику коэффициенту использования грузоподъемности.

18. Как называется количество грузов, перевозимых одним автомобилем?

19. Как можно определить производительность автомобиля?

Для подготовки: Сухарева, С. В. Техничко-эксплуатационные показатели работы транспорта : учебно-методическое пособие / С. В. Сухарева. — Омск : СибАДИ, 2021. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/221438>— Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **РАЗДЕЛ 3.ТРАНСПОРТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВ**

#### **Практическое занятие №5 ТАРИФНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВ**

Тарифный классификатор грузов представляет собой таблицу коэффициентов, определяющих, насколько дороже (или дешевле) стоит перевозка указанного в таблице конкретного груза в сравнении с условно выбранным грузом первого тарифного класса.

Тарифные классификаторы грузов могут разрабатываться органами государственного управления автомобильным транспортом, ассоциациями перевозчиков, отдельными предприятиями.

В единых тарифах на перевозку грузов автомобильным транспортом, которые действовали в России до либерализации цены отказа от централизованного ценового регулирования, в качестве основного фактора, определяющего тарифный класс груза, рассматривался коэффициент использования грузоподъемности автомобиля при перевозке данного груза. Единые тарифы содержали классификатор, включавший около шестисот видов грузов, каждому из которых был присвоен класс от 1 до 4.

Значение класса груза, в свою очередь, определяло коэффициент повышения стоимости перевозки данного вида груза. Так, при определении тарифной ставки исходная ставка для груза первого класса (коэффициент 1,0) делилась для грузов второго класса на 0,8; третьего - на 0,6 и четвертого - на 0,5.

Тарифный класс груза, не указанного в классификаторе, устанавливался по соглашению перевозчика и грузоотправителя путем поиска в

классификаторе аналогичного груза, либо на основе расчёта реального коэффициента использования грузоподъемности автомобиля.

Подход, применяемый при тарифной классификации грузов в практике ряда зарубежных стран, в принципе сходен с описанным. Важное отличие заключается, однако, в том, что класс груза, помимо степени использования грузоподъемности автомобиля (а это, действительно, важнейший фактор тарифной классификации), может учитывать и ряд других факторов, определяющих не только повышение или снижение издержек автотранспортного предприятия при перевозке данного вида груза, но и чисто коммерческие факторы, повышающие или снижающие реальную платежеспособность потребителей при перевозке данного вида груза. (Источник: Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175383> (дата обращения: 16.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 22.).

Изучите вопрос, пройдя по ссылке:

<https://reader.lanbook.com/book/175383?lms=2c41d078e709dcc78c84c0dc74013b7b#22>

В конспекте укажите факторы, способствующие повышению и понижению тарифов.

Повторите материал по транспортной характеристике и классификации грузов, пройдя по ссылке:

<https://reader.lanbook.com/book/175383?lms=bd6542bc2f346cd0826d206ec9506a2d#20>

Ознакомьтесь с особенностями перевозки крупногабаритных и специальных грузов, пройдя по ссылке:

<https://reader.lanbook.com/book/292325?lms=4a4d5b2b357663fdcf4e17255246b305#101>

Ознакомьтесь с экспедированием опасных грузов, пройдя по ссылке:

<https://reader.lanbook.com/book/292325?lms=507878e373808711cc00d8780f4452fa#104>

### **Ответьте на вопросы:**

1. Перечислите свойства и транспортные характеристики грузов.
2. Как классифицируются грузы на различных видах транспорта?

3. Что представляет собой тарифная классификация грузов?
4. В каких случаях не допускается перевозка крупногабаритных и тяжелых грузов?
5. Какие грузы относятся к специальным? Приведите примеры.
6. Что необходимо учесть при транспортировке опасных грузов?

Источники: Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175383>— Режим доступа: для авториз. пользователей.

Глинский, В. А. Транспортно-экспедиционное обслуживание: Тексты лекций : учебное пособие / В. А. Глинский, А. В. Елисеева, Н. В. Иванова. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, 2022. — 151 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292325>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **Практическое занятие №6 УПАКОВКА И МАРКИРОВКА ГРУЗОВ**

### **Выбор вида тары для транспортировки продукции**

*Цель работы: научиться выбирать оптимальный вид тары при транспортировке продукции определенным видом транспорта.*

**Задание 1.** Продукция транспортируется в стандартных контейнерах в ящиках или на поддонах. Если используются поддоны, то в контейнер вмещается 300 изделий (25 поддонов в одном контейнере, 12 изделий на одном поддоне). Если штабелируются ящики, то в контейнер вмещается 480 изделий (40 ящиков в одном контейнере, 12 изделий в одном ящике).

Транспортные расходы в расчете на один контейнер:

- при транспортировке на 100–249 км – 500 у.е.;
- при транспортировке на 250–499 км – 800 у.е.;
- при транспортировке на 500–999 км – 1200 у.е.;
- при транспортировке на 1000–1999 км – 2000 у.е.;
- при транспортировке на 2000 и более км – 3000 у.е.

Почасовая ставка погрузочно-разгрузочных работ (ПРР): вручную – 36 у.е.; вилочным погрузчиком – 54 у.е.

Затраты рабочего времени на погрузку:

– одного поддона: вручную – 4,8 мин., вилочным погрузчиком – 2,4 мин.,

– одного ящика: вручную – 1,8 мин., вилочным погрузчиком – 0,9 мин.

Необходимо определить затраты на один поддон и один ящик при транспортировке продукции на каждое из указанных расстояний, на основе расчетов выбрать наиболее рациональный вид тары.

**Решение.** Стоимость транспортировки одного поддона или ящика определяется в зависимости от стоимости транспортировки контейнера и количества поддонов или ящиков в одном контейнере, а также в зависимости от расстояния перевозки. Результаты расчетов стоимости транспортировки одного поддона и одного ящика сведем в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты расчетов стоимости транспортировки поддонов и ящиков

Расстояние перевозки, км	Стоимость транспортировки контейнера, у.е.	Количество в одном контейнере		Стоимость транспортировки, у.е.	
		поддонов	ящиков	одного поддона	одного ящика
100–249	500	25	40	20	12,5
250-499	800	25	40	32	20
500-999	1200	25	40	48	30
1000-1999	2000	25	40	80	50
2 000 и более	3000	25	40	120	75

Стоимость погрузки одного поддона и одного ящика определяем в зависимости времени на погрузку и почасовой ставки ПРР (табл.2).

Таблица2- Результаты расчетов стоимости погрузки одного поддона и одного ящика

Вид тары	Почасовая ставка ПРР, у.е.		Поминутная ставка ПРР, у.е.		Время погрузки, мин.		Стоимость погрузки, у.е.	
	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком
Поддон	36	54	0,6	0,9	4,8	2,4	2,88	2,16
Ящик	36	54	0,6	0,9	1,8	0,9	1,08	0,81

Общие затраты на транспортировку одного поддона и одного ящика включают затраты на перевозку и затраты на погрузку одного поддона и одного ящика. Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Несмотря на то, что почасовая ставка ручной погрузки тары меньше, чем почасовая ставка работы вилочного погрузчика, стоимость погрузки одного поддона или ящика вручную дороже, чем стоимость погрузки вилочным погрузчиком, так как время погрузки одного поддона или ящика вручную в два раза больше, чем время погрузки вилочным погрузчиком.

Таблица3 - Общие затраты на транспортировку одного поддона и одного ящика

Расстояние перевозки, км	Стоимость перевозки, у.е.		Стоимость погрузки, у.е.				Общие затраты на транспортировку, у.е.			
	одного поддона	ящика	одного поддона		ящика		одного поддона		ящика	
			вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком
100-249	20	12	2,88	2,16	1,08	0,81	22,88	22,16	13,58	13,31
250-499	32	20	2,88	2,16	1,08	0,81	34,88	34,16	21,08	20,81
500-999	48	30	2,88	2,16	1,08	0,81	50,88	50,16	31,08	30,81
1000-1999	80	50	2,88	2,16	1,08	0,81	82,88	82,16	51,08	50,81
2000 и более	120	75	2,88	2,16	1,08	0,81	122,88	122,16	76,08	75,81

Суммарные затраты на транспортировку одного поддона (ящика) при погрузке вилочным погрузчиком будут меньше, чем при погрузке вручную. Погрузка одного ящика вручную и механическим способом будет дешевле погрузки поддона. Следовательно, суммарные затраты на один ящик будут меньше, чем на один поддон.

Таким образом, ящики являются наиболее предпочтительным видом тары, при этом загружать их в контейнер дешевле вилочным погрузчиком.

**Задание2.** Изучите презентацию по маркировке грузов: <http://sovuch.ru/prez/markirovka/>

**Задание3.** Проверьте свои знания, выполнив тест, пройдя по ссылке <http://sovuch.ru/2023/03/27/тест-маркировка-грузов/>

Скриншот результата теста сохраните для оценивания пройденного материала.

## РАЗДЕЛ 4. ТРАНСПОРТНЫЕ ИЗДЕРЖКИ И ТАРИФЫ

### Практическое занятие №7-8

#### РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ПЕРЕВОЗОК

Издержки транспорта - это затраты на перемещение грузов и пассажиров. Транспортные издержки выступают в двух видах: общественные и издержки транспортных предприятий. Общественные, или народнохозяйственные, издержки транспорта измеряются совокупными затратами живого и овеществленного труда, т. е. стоимостью транспортных услуг, которая отражается в тарифах на транспортные услуги. Издержки

транспортных предприятий выражаются фактической величиной затрат на перевозки, т. е. эксплуатационными расходами, или себестоимостью перевозок.

Себестоимость перевозок - выраженная в денежной форме величина эксплуатационных расходов транспортного предприятия, приходящихся в среднем на единицу продукции транспорта. Показатель себестоимости перевозок определяют, как отношение величины эксплуатационных расходов по перевозкам грузов, приходящихся в среднем на 1 т-км грузооборота. На автомобильном транспорте себестоимость перевозок определяется для отдельных видов транспортной работы, за единицу которой принимаются: по перевозкам на грузовых автомобилях, работающих по тарифу за перевезенную тонну, - 1 т-км, по перевозкам на автомобилях, работающих по часовому тарифу - на 1 час.

Себестоимость перевозок представляет собой денежное выражение затрат на выполнение единицы транспортной работы. Себестоимость является базой для определения цены (тарифа) транспортной продукции. Расчет себестоимости продукции называется калькулированием.

Себестоимость грузовых автомобильных перевозок калькулируется на 10т-км или 1т, 10 авт-ч. На себестоимость автомобильных перевозок также большое влияние оказывает и ряд внешних факторов, непосредственно не зависящих от работы автотранспортных предприятий. Это, прежде всего, дорожные условия, в которых работает подвижной состав.

Расстояние перевозки грузов резко отражается на себестоимости перевозок при любых дорожных условиях. Чем больше расстояние, тем выше производительность подвижного состава и соответственно ниже доля постоянных расходов, приходящаяся на 1 т-км, при прочих равных условиях.

Классификация расходов по статьям и элементам затрат, а также видам перевозок позволяет предприятиям знать структуру затрат, направления расходования материальных, трудовых и денежных средств.

Группировка по статьям затрат используется для калькулирования и учета себестоимости перевозок (работ, услуг), своевременной и полной оценки результатов хозяйственной деятельности предприятия, определения расходов по отдельным звеньям транспортного процесса.

Группировка по элементам затрат необходима для выявления фактического расходования в производственном процессе предприятий материальных, трудовых и финансовых ресурсов, определения потребности предприятия в этих ресурсах для осуществления перевозок автомобильным транспортом, выполнения работ (услуг) по транспортно - экспедиционному обеспечению. Все затраты, образующие себестоимость перевозок

автомобильным транспортом, группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам затрат:

- а) затраты на оплату труда;
- б) отчисления на социальные нужды;
- в) материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов);
- г) амортизация основных фондов;
- д) прочие затраты.

На автомобильном транспорте при учете и калькулировании себестоимости перевозок (работ, услуг) применяется следующая группировка по статьям затрат:

а) Затраты, непосредственно связанные с перевозками и производством других работ и услуг, в том числе:

- заработная плата водителей автомобилей (грузовых, автобусов, легковых такси) и кондукторов автобусов;
- отчисления на социальные нужды;
- автомобильное топливо;
- смазочные и прочие эксплуатационные материалы;
- износ и ремонт автомобильной резины;
- техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт автомобилей;
- амортизация подвижного состава.

б) Общехозяйственные расходы.

Основными статьями затрат при выполнении автомобильных перевозок являются:

- затраты на топливо;
- затраты на смазочные материалы;
- затраты на техническое обслуживание и ремонт;
- затраты на восстановление износа шин;
- затраты на амортизацию по восстановлению подвижного состава;
- накладные расходы;
- заработная плата водителей;
- амортизация подвижного состава;
- остальные и прочие расходы.

В Москве к городским улицам по расчетным нормам пробега относятся дороги пригородной зоны в пределах 20 км от границы города, в Санкт-Петербурге, столицах автономных республик, краевых и областных центрах - в пределах 10 км.

Расчетные нормы пробега рекомендуется снижать в следующих случаях:

- при перевозке грузов, требующих особой осторожности (хрупкие изделия, опасные грузы, электроника), до 15%;

- при длине грузовой езды до 1 км, в карьерах и в условиях бездорожья до 40 %;
- при длине грузовой езды свыше 1 до 3 км до 20 %;
- в других случаях, когда по дорожным условиям или в зависимости от характеристик груза или в соответствии с тягово-скоростными характеристиками ПС расчетная скорость не может быть достигнута.

Обязательные реквизиты и порядок заполнения путевых листов.

Путевые листы являются документами первичного учета, подтверждающими произведенные расходы на горюче-смазочные материалы (далее ГСМ). В случае неправильного заполнения путевых листов, затраты организации на приобретение ГСМ, принимаемые в качестве материальных расходов согласно подп. 5 п. 1 ст. 254 Налогового кодекса Российской Федерации (далее НКРФ), либо в качестве расходов на содержание служебного транспорта в соответствии с подп. 11 п. 1 ст. 264 НК РФ, могут быть не признаны налоговыми органами при проведении выездной налоговой проверки.

Всего, для юридических лиц всех форм собственности, осуществляющих деятельность, связанную с эксплуатацией строительных машин или автомобильного транспорта утверждено восемь унифицированных форм путевых листов.

По учету работ в автомобильном транспорте:

- путевой лист легкового автомобиля (форма №3);
- путевой лист специального автомобиля (форма №3 спец);
- путевой лист легкового такси (форма №4);
- путевой лист грузового автомобиля (форма №4-С);
- путевой лист грузового автомобиля (форма № 4-П);
- путевой лист автобуса (форма №6);
- путевой лист автобуса необщего пользования (форма №6 спец).

Для индивидуальных предпринимателей, эксплуатирующих автотранспортные средства на правах собственности, аренды (или других законных основаниях), при осуществлении ими перевозочной деятельности на коммерческой основе, а также за собственный счет для производственных целей Приказом Минтранса РФ от 30.06.00 №68 «О введении путевой документации для индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозочную деятельность на автомобильном транспорте» (с изменениями от 22.09.03) утверждены следующие формы путевых листов:

- путевой лист грузового автомобиля индивидуального предпринимателя (форма №ПГ-1);

□ путевой лист автобуса индивидуального предпринимателя (форма NoПА-1);

□ путевой лист легкового автомобиля индивидуального предпринимателя (форма NoПЛ-1).

Путевые листы для грузового автомобиля изготавливаются трех видов:

- типовая междуведомственная форма N 4-с (сдельная), применяемая при осуществлении перевозок грузов на условиях оплаты работы автомобиля по сдельным расценкам Единых тарифов на перевозки грузов автомобильным транспортом;

- типовая междуведомственная форма N 4-п (повременная), применяемая при выполнении работы автомобилем по перевозке грузов на условиях оплаты за работу автомобиля по повременным тарифам;

- ведомственная форма N 4-м (междугородная), применяемая при выполнении работы грузовым автомобилем по перевозке народнохозяйственных грузов в междугородном сообщении в соответствии с положениями об организации междугородных автомобильных перевозок грузов, утверждаемыми в установленном порядке Советами Министров союзных республик и уставами автомобильного транспорта союзных республик. На лицевой стороне этой формы путевого листа наносится полоса красного цвета с типографской надписью "междугородные перевозки".

Снабжение путевыми листами предприятий, организаций и учреждений производится централизованно их вышестоящими организациями в установленном порядке. Бланки междугородных путевых листов грузовыми автостанциями или другими предприятиями автомобильного транспорта общего пользования, на которые в данной местности возложена организация междугородных перевозок грузов, могут выдаваться в подотчет предприятиям, организациям и учреждениям других ведомств, когда предприятия автомобильного транспорта общего пользования не имеют возможности выполнить междугородные перевозки грузов и эти перевозки разрешают осуществить ведомственным автотранспортом.

Бланки путевых листов грузовых автомобилей хранятся на складах предприятий, организаций, учреждений и по мере потребности выдаются под расписку лицу, ответственному за эксплуатацию автотранспорта (заведующему гаражом, начальнику эксплуатации, диспетчеру и др.).

Путевые листы формы N N 4-с, 4-п, оформленные в соответствии с настоящей инструкцией, выдаются водителю под расписку уполномоченным на то лицом только на один рабочий день (смену) при условии сдачи водителем путевого листа предыдущего дня работы. На более длительный срок при междугородных перевозках грузов путевые листы формы N 4-м

выдаются только в случае, когда водитель выполняет перевозки в течение более суток. Выдаваемый путевой лист должен обязательно иметь штамп и печать организации, которой принадлежит автомобиль.

Путевые листы формы N N 4-с, 4-п, 4-м хранятся совместно с товарно - транспортными накладными.

Порядок заполнения путевого листа.

1. Путевой лист оформляется на каждое транспортное средство, используемое юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем для осуществления перевозок грузов, пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в городском, пригородном и междугородном сообщениях.
2. Путевой лист оформляется на один день или срок, не превышающий одного месяца.
3. Если в течение срока действия путевого листа транспортное средство используется попеременно несколькими водителями, то допускается оформление на одно транспортное средство нескольких путевых листов отдельно на каждого водителя.
4. В наименовании путевого листа указывается тип транспортного средства, на которое оформляется путевой лист (путевой лист легкового автомобиля, путевой лист трамвая и т.п.). Номер путевого листа указывается в заголовочной части в хронологическом порядке в соответствии с принятой владельцем транспортного средства системой нумерации. В заголовочной части путевого листа проставляются печать или штамп юридического лица, индивидуального предпринимателя, владеющих соответствующими транспортными средствами на правах собственности или ином законном основании.
5. Даты, время и показания одометра при выезде транспортного средства с постоянной стоянки и его заезде на постоянную стоянку проставляются уполномоченными лицами, назначаемыми решением руководителя предприятия или индивидуального предпринимателя, и заверяются их штампами или подписями с указанием инициалов и фамилий, за исключением случаев, когда индивидуальный предприниматель совмещает обязанности водителя.
6. Даты, время и показания одометра при выезде транспортного средства с постоянной стоянки и его заезде на указанную стоянку проставляются индивидуальным предпринимателем в случае, если указанный предприниматель совмещает обязанности водителя.

7. В случае оформления на одно транспортное средство нескольких путевых листов отдельно на каждого водителя дата, время и показания одометра при выезде транспортного средства с постоянной стоянки проставляются в путевом листе водителя, который первым выезжает с места постоянной стоянки, а дата, время и показания одометра при заезде транспортного средства на постоянную стоянку - в путевом листе водителя, который последним заезжает на постоянную стоянку.
8. Даты и время проведения пред рейсового и после рейсового медицинского осмотра водителя проставляются медицинским работником, проводившим соответствующий осмотр, и заверяются его штампом и подписью с указанием фамилии, имени и отчества.
9. Собственники (владельцы) транспортных средств обязаны регистрировать оформленные путевые листы в журнале регистрации путевых листов.
10. Оформленные путевые листы должны храниться не менее пяти лет

(Источник: Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175383>— Режим доступа: для авториз. пользователей.)

**Задание 1.** Выполните расчет себестоимости перевозок, пройдя по ссылке:

<https://reader.lanbook.com/book/171705?lms=0f6c0171bc2815bf0bac24b685d2862a#38>

(Логистика: практикум : учебное пособие / составитель Л. А. Хомутова. — 2-е изд., исправ. И доп. — пос. Караваево : КГСХА, 2020. — 85 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171705>— Режим доступа: для авториз. пользователей. )

### **Выбор территориально удаленного поставщика на основе анализа полной стоимости**

Цель работы: *получение навыков определения самого выгодного поставщика товаров в зависимости от стоимости и величины партии закупки продукции.*

**Условие задачи:** Фирма М расположена в Москве и занимается оптовой торговлей продовольственными товарами. Основные поставщики фирмы М также расположены в Москве. Поставщик из города N предлагает фирме М товары по ценам дешевле московских. Закупка товаров у поставщика в городе N приведет к следующим дополнительным затратам: затраты на транспортировку, отвлечение денежных средств в запасы (в пути и страховые запасы), расходы на экспедирование.

Необходимо определить какие из позиций ассортимента фирмы М целесообразно закупать в городе N, а какие – в Москве. Исходные данные к задаче следующие.

Таблица 1 - Характеристика закупаемого ассортимента

Наименование тов.группы ассортимента фирмы М	Стоимость в г.N, руб./м <sup>3</sup>	Цена, руб./ед.тов.		Разница в ценах, % (цена в N - база)	Вывод о целесообразности закупки в городе N
		г.N	Москва		
1	2	3	4	5	6
Консервы мясные	11000	12	14,4		
Консервы рыбные	12000	20	23		
Консервы овощные	10000	10	14,5		
Консервы фрукт.-ягодные	15000	15	18		
Кондитерские изделия	88000	100	115		
Варенье, повидло, мед	37000	50	65		
Чай	110000	120	138		
Крупа и бобовые	23000	20	22		
Макаронные изделия	17000	20	26		
Виноградные вина	70000	70	80,5		
Коньяк	120000	100	105		
Шампанское	50000	60	66		
Пиво	25000	30	33		
Безалкогольные напитки	20000	24	30		

- Тарифная стоимость транспортировки из города N в Москву одинакова для всех товаров и составляет 3000 руб. за 1 м<sup>3</sup> груза.
- Срок доставки грузов 10 дней.
- В случае поставок из города N фирма вынуждена создавать страховые запасы на максимальное предполагаемое время задержки поставки, которое составляет половину времени доставки.

- Затраты на содержание запаса в пути и страхового запаса рассчитываются на основании процентных ставок банковского кредита – 36% годовых.

- Расходы на экспедирование составляют 2% от стоимости груза.
- Грузы, поставляемые фирме М московскими поставщиками, пакутрованы и подлежат механизированной выгрузке. Поставщик из города N поставляет тарно-штучные грузы, которые необходимо выгружать вручную. Разница в стоимости разгрузки в среднем составляет 200 руб./ м<sup>3</sup>.

**Методически указания к решению задачи**

1.Оценку целесообразности закупки делают на основе построения и использования **кривой выбора поставщика**, по оси абсцисс откладывают закупочную стоимость 1 м<sup>3</sup> груза в городе N, а по оси ординат – доля дополнительных затрат на доставку 1 м<sup>3</sup> этого груза из города N в Москву в его закупочной стоимости в городе N (в %).

2.Для расчета доли дополнительных затрат необходимо заполнить таблицу 2.

Таблица 2 - Расчет доли дополнительных затрат в удельной стоимости груза

Закупочная стоимость, руб./м <sup>3</sup>	Дополнительные затраты на доставку 1 м <sup>3</sup> груза из города N						Доля доп. затрат в закуп. ст-ти, %
	Транспортный тариф, руб./м <sup>3</sup>	Запасы в пути, руб.	Страховые запасы, руб.	Экспедирование, руб.	Разница в разгрузке, руб./м <sup>3</sup>	Общие доп. затраты	
1	2	3	4	5	6	7	8
5000							
10000							
20000							
30000							
40000							
50000							
70000							
100000							

3.На основании столбцов 1 и 8 табл.2 постройте кривую выбора поставщика.

4.Рассчитайте в процентах разницу в ценах поставщиков из Москвы и города N и внесите в табл.1.

5.Определите целесообразность закупки конкретных позиций ассортимента

1) Отметьте на оси абсцисс точку, соответствующую закупочной стоимости груза в городе N и возведите из нее перпендикуляр длиной, равной разнице в ценах (табл.1, ст.5).

2) Вывод о целесообразности закупок в городе N делают в том случае, если конец перпендикуляра окажется выше кривой поставщика, т.е. разница в цене будет выше суммы всех дополнительных затрат, возникающих в связи с переносом закупки в удаленное территориально место.

### **Вопросы для подготовки**

1. Какова структура себестоимости перевозок?
2. Назовите особенности формирования грузовых тарифов.
3. Как формируется себестоимость автобусных перевозок и тарифы?
4. Как определить затраты при выполнении международных автомобильных перевозок?
5. Какие бывают базисные условия поставки?
6. Методика расчета и котировки сквозного тарифа.

## **Практическое занятие № 9 СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УЧАСТНИКОВ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА**

### **Транспортная товаросопроводительная документация**

При организации грузоперевозок как в пределах страны, так и за границу, обязательным является оформление ряда различных документов. Те из них, которые транспортируются вместе с грузом, представляя собой разностороннюю информацию о характере, количественном и качественном составе перевозимого груза, о его отправителе и получателе, обобщенно называются товаросопроводительные документы.

Эти документы подразделяются на:

- транспортные документы;
- финансовые документы;
- разрешительные документы.

#### ***Транспортные товаросопроводительные документы***

Транспортная накладная — основной товаросопроводительный документ, форма и содержание которого зависит от вида транспорта, которым

осуществляется транспортировка груза. Специальные формы предусмотрены для железнодорожных, морских и авиационных перевозках, но чаще всего документы оформляются для перевозки автотранспортом. Такую транспортную накладную оформляют на бланке по Приложению №4 к «Правилам перевозок грузов автомобильным транспортом». Эту накладную оформляет в минимальном количестве три экземпляра отправитель груза. Ему остается первый из экземпляров, второй доставляется получателю груза и третий – перевозчику. При необходимости количество экземпляров может быть увеличено.

Если производится перевозка груза, находящегося в чей-то личной собственности, накладную оформляет перевозчик. Подписывают эту накладную отправитель груза и перевозчик, заверяя своими печатями. При отгрузке в ней проставляется отметка о приеме груза перевозчиком за подписью принявшего груз водителя. Грузоотправитель в присутствии водителя заносит в накладную массу и количество мест груза, его состояние, способ упаковки и сведения об опломбировании. Отмечается также время приемки груза для перевозки. В накладной содержится перечень всех прочих документов, сопровождающих груз – сертификатов, паспортов качества, инструкций, разрешений и т.д.

#### ***Финансовые товаросопроводительные документы.***

К финансовым документам относятся счет-фактуры, инвойсы – коммерческие счета за товары, которые поставляются. Оформление товаросопроводительных документов финансового характера осуществляет предприятие-продавец или отправитель груза. Они могут выполнять также роль накладной на товары при составлении на определенной формы бланках.

#### ***Разрешительные документы:***

Разрешительные виды товаросопроводительных документов выдаются не на все виды товаров, а на установленные законодательством группы их:

- ветеринарное свидетельство выдают ветеринарные службы, если необходимо перевозить через границу птиц или животных;
- санитарное свидетельство должно сопровождать транспортировку продуктов питания, мясопродуктов: выдает его орган санитарного надзора;
- фитосанитарное свидетельство выдает Инспекция по карантину растений при перевозке растений или плодов;
- карантинное свидетельство выдают органы по карантину, если груз может быть разносчиком инфекции;
- сертификат безопасности выдается при перевозке установленных Госстандартом России товаров.

### ***Прочие товаросопроводительные документы.***

Вместе с товаром направляется еще ряд документов, которые в вышеперечисленные группы документов не входят:

- отгрузочная спецификация, в которой содержится информация о том, кто отправил груз, и кто является его получателем, какое транспортное средство перевозит груз и что собой представляет сам груз с указанием его габаритов, веса, количества мест и т.д.;

- сертификат качества – документ, предоставляемый лабораторией, исследовавшей конкретный товар. Для экспортных операций данный документ подтверждает соответствие товара условиям контракта в части безопасности для окружающей среды и для здоровья людей;

- упаковочный лист, который используется в тех случаях, когда одна упаковка содержит разные товары. Лист составляется для каждого товарного места и содержит информацию обо всех видах, сортах товара, в этом товарном месте содержащихся. Он может служить дополнением к счету-фактуре при отправлении большого количества наименований разных товаров;

- комплектующая ведомость включает описание самого транспортного средства и описание каждого места груза;

- сертификат страны происхождения к товаросопроводительным документам относится условно, выдается он торгово-промышленной палатой и применяется при таможенной очистке товаров. Он подтверждает, что товар произведен в стране, от имени которой действует торгово-промышленная палата. В некоторых случаях при таможенном оформлении товара требуется документальное подтверждение того, в какой стране он произведен.

Существуют также документы контроля доставки грузов, которые предоставляет перевозчик или таможенный орган для гарантии доставления товара в таможенный орган по назначению. Все товаросопроводительные документы на всем протяжении перевозки сопровождают груз. Ответственность за их оформление лежит на отправителе, а подготовкой их часто занимается транспортно-логистическая компания, выполняющая перевозку.

### **Перевозочные документы**

1. К перевозочным документам относятся билет, багажная квитанция, грузовая накладная, почтовая накладная, иные документы, используемые при оказании услуг по воздушной перевозке пассажиров, багажа, груза, почты и предусмотренные нормативными правовыми актами федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области транспорта.

2. Договор воздушной перевозки пассажира, договор воздушной перевозки груза или договор воздушной перевозки почты удостоверяется соответственно билетом и багажной квитанцией в случае перевозки пассажиром багажа, грузовой накладной, почтовой накладной.

3. Билет, багажная квитанция, грузовая накладная, почтовая накладная, иные документы, используемые при оказании услуг по воздушной перевозке пассажиров, багажа, грузов, почты, могут быть оформлены в электронной форме (электронный перевозочный документ) с размещением информации об условиях договора конкретной воздушной перевозки в автоматизированной информационной системе оформления воздушных перевозок. В случае оформления электронного перевозочного документа на воздушную перевозку пассажира пассажир вправе потребовать, а перевозчик или действующее на основании договора с перевозчиком лицо при заключении договора воздушной перевозки или регистрации пассажира обязаны выдать заверенную выписку, содержащую условия соответствующего договора воздушной перевозки, из автоматизированной информационной системы оформления воздушных перевозок. В случае оформления электронного перевозочного документа на перевозку груза, почты перевозчик по требованию грузоотправителя обязан выдать квитанцию на перевозку груза, почты, позволяющую идентифицировать груз, почту и содержащую информацию из электронного перевозочного документа о перевозке груза, почты.

4. Формы билета, багажной квитанции, выписки из автоматизированной информационной системы оформления воздушных перевозок, грузовой накладной, почтовой накладной, иных документов, используемых при оказании услуг по воздушной перевозке пассажиров, багажа, груза, почты, устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области транспорта.

5. По требованию суда, органов прокуратуры, органов внутренних дел, судебного пристава-исполнителя, налоговых органов, таможенных органов электронный перевозочный документ передается перевозчиком или действующим на основании договора с перевозчиком лицом по информационно-телекоммуникационной сети или на материальных носителях либо представляется в виде выписки из автоматизированной информационной системы оформления воздушных перевозок.

6. Для учета воздушных перевозок пассажиров перевозчиком или действующим на основании договора с перевозчиком лицом ведется реестр перевозочных документов (в том числе реестр электронных перевозочных документов) на основании информации, содержащейся в автоматизированной информационной системе оформления воздушных перевозок.

7. Реестр перевозочных документов ведется в электронном виде или на бумажном носителе и должен содержать сведения о плате за воздушные перевозки пассажиров, багажа и маршрутах воздушных перевозок пассажиров, багажа с указанием пунктов отправления и пунктов назначения. Требования к реестру электронных перевозочных документов утверждаются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области транспорта.

8. Требования к автоматизированной информационной системе оформления воздушных перевозок, к базам данных, входящим в ее состав, к информационно-телекоммуникационной сети, обеспечивающей работу указанной автоматизированной информационной системы, к ее оператору, а также меры по защите информации, содержащейся в ней, и порядок ее функционирования утверждаются Правительством Российской Федерации по представлению федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области транспорта, по согласованию с органом, обеспечивающим координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти по противодействию терроризму.

### ***Таможенные документы***

1. Таможенные документы заполняются на русском языке или на государственном языке государства-члена, таможенному органу которого представляются таможенные документы, если иное не установлено настоящим Кодексом. Таможенные документы, заполняемые на территории одного государства-члена и подлежащие представлению таможенным органам другого государства-члена при совершении таможенных операций, заполняются на русском языке.

2. Сведения, подлежащие указанию в таможенных документах в кодированном виде, указываются с использованием классификаторов, утверждаемых Комиссией, а до их утверждения Комиссией - с использованием классификаторов, применяемых в соответствии с законодательством государств-членов о таможенном регулировании.

3. Структура и формат таможенных документов в виде электронных документов устанавливаются в соответствии с законодательством государств-членов, за исключением случаев, когда в соответствии с настоящим Кодексом, иными международными договорами и актами в сфере таможенного регулирования структура и формат таможенных документов в виде электронных документов определяются Комиссией.

4. Законодательством государств-членов о таможенном регулировании могут устанавливаться таможенные документы, не предусмотренные настоящим Кодексом, иными международными договорами и актами в сфере

таможенного регулирования, их формы, порядок заполнения этих форм, внесения изменений(дополнений) в такие таможенные документы.

5. В случае если настоящим Кодексом, иными международными договорами и актами в сфере таможенного регулирования не предусмотрено определение порядка заполнения форм таможенных документов и (или) порядка внесения в таможенные документы изменений (дополнений), такой порядок может определяться законодательством государств-членов о таможенном регулировании.

(Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175383>. — Режим доступа: для авториз. пользователей).

**Задание 1.** Изучите по ссылке договор купли-продажи и порядок его оформления:

<https://reader.lanbook.com/book/194801?lms=0aad1a93f99237f2e6cfc1a64881084d#36>

**Задание 2.** Изучите по ссылке договор перевозки груза и порядок его оформления:

<https://reader.lanbook.com/book/194801?lms=dcdbf4d9221cdfd8bdf268285a07dfa4#55>

**Задание 3.** Изучите по ссылке договор транспортно-экспедиционной деятельности и порядок его оформления:

<https://reader.lanbook.com/book/194801?lms=c34321145ebddb71865703e633afd6e8#68>

Брюханов, Ю. Г. Транспортно-экспедиционное обслуживание : учебное пособие / Ю. Г. Брюханов, Ю. С. Боровская, Е. С. Кадникова. — Новосибирск : СГУВТ, 2020. — 165 с. — ISBN 978-5-8119-0842-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/194801>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## Тестовые задания

1. \_\_\_\_\_ или запрос покупателя – предварительное предложение экспедитора, прописывающее условия и параметры подготавливаемого на следующем этапе договора купли/продажи.
  
2. Экспедитор должен подготовить и подписать с клиентом несколько документов:
  - а) оферта
  - б) договор купли/продажи
  - в) трудовой договор
  - г) учредительный договор
  - д) все выше перечисленное
  
3. Верно ли утверждение, что «Технологическая схема доставки, включающая и технологическую карту, накладывается на типовой процесс управления комплексным транспортно-экспедиционным обслуживанием и расписывается в документах для внутреннего пользования в транспортно-экспедиционном предприятии по каждому звену»
  - а) верно
  - б) неверно
  
4. Верно ли утверждение, что «Основное назначение оперативного плана – распределение объема работ в соответствии с заключенными договорами исходя из имеющихся трудовых и других ресурсов экспедитора, наличия площадей для приема и обработки грузов, их хранения, наличия и соответствия параметрам подвижного состава, погрузо-разгрузочных механизмов и других средств осуществления экспедиции»?
  - а) верно
  - б) неверно
  
5. Верно ли утверждение, что «Сначала экспедитор собирает заявки на транспортно-экспедиционное обслуживание до определенной даты, далее планирует загрузку мощностей, составляет технологические карты и графики обслуживания, определяет перечни и номенклатуру необходимых для выполнения заявки товарно-сопроводительных документов и на последнем этапе осуществляет текущий контроль выполнения оперативного плана»?
  - а) верно
  - б) неверно

6. \_\_\_\_\_ дают возможность оценить, достаточно ли данных для принятия решения о необходимости введения новых документов, отмены некоторых из существующих, изменения отдельных позиций документов.

7. Какие экспедиторские документы внедрены организацией ФИАТА в мировую практику?

- а) оборотный мультимодальный транспортный коносамент
- б) необоротная мультимодальная транспортная накладная
- в) экспедиторский сертификат перевозки
- г) экспедиторская расписка
- д) складская расписка
- е) интермодальное весовое свидетельство отправителя
- ж) декларация отправителя о перевозке опасных грузов
- з) поручение экспедитору

8. \_\_\_\_\_ (счет-фактура) – один из важных документов экспедиции и доставки, сопровождающий каждую партию груза на экспорт

9. Какие документы необходимо предоставить при уведомлении таможенного органа о прибытии товаров на таможенную территорию Союза при международной перевозке автомобильным транспортом?

- а) документы на транспортное средство международной перевозки
- б) транспортные (перевозочные) документы
- в) документы, сопровождающие международные почтовые отправления при их перевозке, определенные актами Всемирного почтового союза
- г) имеющиеся у перевозчика коммерческие документы на перевозимые товары
- д) декларация о грузе

### **Вопросы:**

1. Что представляет договор транспортной экспедиции?
2. Что представляет договор агентирования?
3. Что представляет договор перевозки?
4. Что представляет договор фрахтования?
5. Что представляет транспортная товаросопроводительная документация?
6. Что представляют перевозочные документы?
7. Что представляют таможенные документы?

**Практическое занятие № 10-11**  
**ПРАВИЛА И ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-СОПРОВОДИТЕЛЬНЫХ, ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ДОКУМЕНТОВ**

**ПО УЧЕТУ РАБОТ В АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**Путевой лист легкового автомобиля (форма № 3)**

Является первичным документом по учету работы легкового автотранспорта и основанием для начисления заработной платы водителю.

Выписывается в одном экземпляре диспетчером или уполномоченным лицом. Путевой лист действителен только на один день или смену. На более длительный срок он выдается только в случае командировки, когда водитель выполняет задание в течение более одних суток (смены).

В путевом листе обязательно должны быть проставлены порядковый номер, дата выдачи, штамп и печать организации, которой принадлежит автомобиль.

**Путевой лист специального автомобиля (форма № 3 спец)**

Является основным первичным документом учета работы специального автомобиля и основанием для начисления заработной платы водителю.

Форма рассчитана на выполнение задания у двух заказчиков и действительна только на один день (смену). Выписывается в одном экземпляре диспетчером или лицом, на это уполномоченным, и выдается водителю под расписку при условии сдачи предыдущего путевого листа.

В путевом листе обязательно должны быть проставлены дата выдачи, штамп и печать организации, которой принадлежит автомобиль.

Раздел "Результаты работы автомобиля" заполняется лицами, отвечающими за эту работу.

В раздел "Особые отметки" заносятся сведения об изменении задания, указанного в разделе "Задание водителю", сведения о сопровождающих лицах и т.п.

Отрывные талоны путевого листа заполняются организацией, которой принадлежит спецавтомобиль, и служат основанием для предъявления счета заказчику.

### **Путевой лист легкового такси (форма N 4)**

Является первичным документом по учету работы легкового такси и основанием для начисления заработной платы водителю.

Выписывается в одном экземпляре диспетчером организации и выдается водителю. Выдаваемый водителю путевой лист должен иметь порядковый номер, дату выдачи, штамп организации, которой принадлежит легковое такси. Ежедневно перед началом рабочего дня водитель получает путевой лист, а по окончании смены возвращает его в диспетчерскую.

### **Путевой лист грузового автомобиля (форма N 4-с)**

### **Путевой лист грузового автомобиля (форма N 4-п)**

Путевые листы грузового автомобиля являются основным документом первичного учета, определяющим совместно с товарно-транспортной накладной при перевозке товарных грузов показатели для учета работы подвижного состава и водителя, а также для начисления заработной платы водителю и осуществления расчетов за перевозки грузов.

Форма N 4-с (сдельная) применяется при осуществлении перевозок грузов при условии оплаты работы автомобиля по сдельным расценкам.

Форма N 4-п (повременная) применяется при условии оплаты работы автомобиля по повременному тарифу и рассчитана на одновременное выполнение перевозок грузов до двух заказчиков в течение одного рабочего дня (смены) водителя.

Отрывные талоны путевого листа заполняются заказчиком и служат основанием для предъявления организацией - владельцем автотранспорта счета заказчику.

К счету прилагают соответствующий отрывной талон.

Путевой лист остается в организации - владельце автотранспорта, в нем повторяются идентичные записи о времени работы автомобиля у заказчика и служат основанием для учета работы автомобиля в течение рабочего дня.

В случае, когда при повременной оплате за работу автомобиля будут перевозиться товарно-материальные ценности, в путевой лист вписываются номера товарно-транспортных документов и прилагается один экземпляр этих товарно-транспортных документов, по итогу которых указывается количество перевезенных тонн груза и другие показатели, отражающие работу автомобиля и водителя.

Заполнение путевого листа до выдачи его водителю производится диспетчером организации или лицом, на это уполномоченным. Остальные данные заполняют работники организации - владельца автотранспорта и заказчики.

Путевые листы по формам N 4-с и 4-п выдаются водителю под расписку уполномоченным на то лицом только на один рабочий день (смену) при условии сдачи водителем путевого листа предыдущего дня работы.

Выданный путевой лист должен обязательно иметь дату выдачи, штамп и печать организации, которой принадлежит автомобиль.

Ответственность за правильное заполнение путевого листа несут руководители организации, а также лица, отвечающие за эксплуатацию грузовых автомобилей и участвующие в заполнении документа.

Путевые листы хранятся в организации совместно с товарно-транспортными документами, дающими возможность их одновременной проверки.

#### **Путевой лист автобуса (форма N 6)**

Является первичным документом по учету работы автобуса и основанием для начисления заработной платы водителю. Выдаваемый водителю путевой лист обязательно должен иметь порядковый номер, дату выдачи и штамп организации, которой принадлежит автобус. Все сведения об автобусе, расходе топлива и задания водителям записываются в путевом листе диспетчером и механиком.

Форма применяется для учета работы автобуса на городских и пригородных маршрутах.

#### **Путевой лист автобуса необщего пользования (форма N 6 спец.)**

Путевой лист является основным первичным документом учета работы автобуса необщего пользования по перевозке пассажиров.

Форма выписывается в одном экземпляре диспетчером и выдается водителю под расписку при условии сдачи предыдущего путевого листа.

Путевой лист действителен только на один день или на одну смену. В документе обязательно должны быть проставлены дата выдачи, штамп и печать организации, которой принадлежит автобус. Путевой лист оформляется только для выполнения заказа одной организации.

Раздел "Результат работы автобуса" заполняется при обработке путевых листов лицами, отвечающими за эту работу.

### **Журнал учета движения путевых листов (форма N 8)**

Применяется организацией для контроля за движением путевых листов, выданных водителю, и сдачей обработанных путевых листов в бухгалтерию.

### **Товарно-транспортная накладная (форма N 1-Т)**

Предназначена для учета движения товарно-материальных ценностей и расчетов за их перевозки автомобильным транспортом. Товарно-транспортная накладная состоит из двух разделов:

1. Товарного, определяющего взаимоотношения грузоотправителей и грузополучателей и служащего для списания товарно-материальных ценностей у грузоотправителей и оприходования их у грузополучателей.

2. Транспортного, определяющего взаимоотношения грузоотправителей заказчиков автотранспорта с организациями - владельцами автотранспорта, выполнившими перевозку грузов, и служащего для учета транспортной работы и расчетов грузоотправителей или грузополучателей с организациями - владельцами автотранспорта за оказанные им услуги по перевозке грузов.

Товарно-транспортная накладная на перевозку грузов автомобильным транспортом составляется грузоотправителем для каждого грузополучателя отдельно на каждую езду автомобиля с обязательным заполнением всех реквизитов.

При централизованном вывозе грузов со станций железных дорог, портов, пристаней, аэропортов перевозка оформляется товарно-транспортными накладными, составляемыми совместно с работниками организаций - владельцев автотранспорта, станций железных дорог, пристаней, портов, аэропортов.

В условиях, когда на одном автомобиле одновременно перевозится несколько грузов в адрес одного или нескольких получателей, товарно-транспортная накладная выписывается на каждую партию грузов и каждому грузополучателю в отдельности.

Товарно-транспортная накладная выписывается в четырех экземплярах: первый - остается у грузоотправителя и предназначается для списания товарно-материальных ценностей;

второй, третий и четвертый экземпляры, заверенные подписями и печатями (штампами) грузоотправителя и подписью водителя, вручаются водителю;

второй - сдается водителем грузополучателю и предназначается для оприходования товарно-материальных ценностей у получателя груза;

третий и четвертый экземпляры, заверенные подписями и печатями (штампами) грузополучателя, сдаются организации - владельцу автотранспорта.

Третий экземпляр, служащий основанием для расчетов, организация - владелец автотранспорта прилагает к счету за перевозку и высылает плательщику - заказчику автотранспорта, а четвертый - прилагается к путевому листу и служит основанием для учета транспортной работы и начисления заработной платы водителю.

По грузам нетоварного характера, по которым не ведется складской учет товарно-материальных ценностей, но организован учет путем замера, взвешивания, геодезического замера, товарно-транспортная накладная выписывается в трех экземплярах:

первый и второй экземпляры передаются организации - владельцу автотранспорта. Первый экземпляр служит основанием для расчетов организации - владельца автотранспорта с грузоотправителем и прилагается к счету, а второй - прилагается к путевому листу и служит основанием для учета транспортной работы;

третий экземпляр остается у грузоотправителя и служит основанием для учета выполненных объемов перевозок.

**Задание 1.** Изучите в правовой системе «Консультант плюс» правила и порядок оформления транспортно-сопроводительных, транспортно-экспедиционных документов. Заполните самостоятельно бланки документов по заданиям, выданным преподавателем.

### **Тестовые задания**

1. Договор перевозки грузов обычно заключается путем:

- а) подписания единого документа;
- б) составления квитанций,
- в) составлением накладных,
- г) иных документов, предусмотренных транспортным законодательством

д) все выше перечисленное

2. Верно ли утверждение, что «договор перевозки грузов» является односторонним и безвозмездным

- а) верно
- б) неверно

3. Верно ли утверждение, что «договор перевозки грузов является реальным, т.е. он считается заключенным с момента передачи груза перевозчику»

- а) верно
- б) неверно

4. Верно ли утверждение, что «согласно ст.785 Гражданского Кодекса Российской Федерации по договору перевозки груза перевозчик обязуется доставить вверенный ему груз в пункт назначения и выдать его управомоченному на получение груза лицу (получателю), а отправитель обязуется уплатить за перевозку груза установленную плату.

- а) верно
- б) неверно

5. Верно ли утверждение, что «Перевозка грузов, пассажиров и багажа в соответствии с Гражданским Кодексом Российской Федерации осуществляется на основании договора перевозки»

- а) верно
- б) неверно

6. Верно ли утверждение, что «Общие условия перевозки определяются транспортными уставами и кодексами, иными законами и издаваемыми в соответствии с ними правилами»

- а) верно
- б) неверно

7. Верно ли утверждение, что «Плата за перевозку грузов, пассажиров и багажа транспортом общего пользования определяется на основании тарифов, утверждаемых в порядке, установленном транспортными уставами и кодексами»

- а) верно
- б) неверно

8. Кем оформляется путевой лист, если транспортное средство предоставлено во временное владение и пользование за плату по договору аренды транспортного средства с экипажем?

9. Какая информация указывается на лицевой стороне коносамента

- а) маршрут
- б) технология доставки товара
- в) характеристика груза
- г) условия доставки
- д) дополнительная информация по просьбе грузовладельца

10. Укажите обязательные реквизиты заказа (заявки) на перевозку грузов автомобильным транспортом

- а) Наименование документа и дата его оформления (число, месяц и год).
- б) Наименование, адрес, номер телефона и ИНН грузоотправителя.
- в) Наименование, адрес, номер телефона и ИНН перевозчика.
- г) Адрес пункта подачи транспортного средства, дата и время подачи транспортного средства в этот пункт.
- д). Адреса пунктов погрузки и выгрузки, наименование (идентификационный номер налогоплательщика) организации - владельца объекта инфраструктуры пункта погрузки.
- е) Наименования конечного и промежуточных пунктов маршрута в случае необходимости определения маршрута перевозки груза, обязанности доставки порожнего контейнера или предоставленного грузоотправителем перевозчику оборудования для крепления груза.
- ж) Отгрузочное наименование груза (для опасных грузов - в соответствии с ДОПОГ, его состояние и другая необходимая информация о грузе.
- з) Количество грузовых мест (масса брутто (нетто) грузовых мест в килограммах и метод ее определения, размеры (высота, ширина и длина) в метрах, объем грузовых мест в кубических метрах), возможность распределения груза по длине грузовой платформы, делимость груза, а также в случае перевозки груза в контейнере - информация об участии водителя в погрузке груза в контейнер или о приеме груженого контейнера.

11. Укажите обязательные реквизиты заказа (заявки) на перевозку грузов автомобильным транспортом

- а) Информация по каждому опасному веществу, материалу или изделию в соответствии с ДОПОГ в случае перевозки опасного груза.

- б) Параметры транспортного средства, необходимые для осуществления перевозки груза (тип, грузоподъемность, вместимость и др.).
- в) Указания, необходимые для выполнения фитосанитарных, санитарных, карантинных и прочих требований, установленных законодательством Российской Федерации.
- г) Рекомендации о предельных сроках перевозки груза.
- д) Требования о соблюдении температурного режима перевозки груза
- е) Размер платы за перевозку и (или) порядок расчетов.
- ж) Должность, фамилия, инициалы и подпись грузоотправителя или уполномоченного им лица.
- з) Должность, фамилия, инициалы и подпись перевозчика или уполномоченного им лица.

12. Сведения о принятии заказа-наряда к исполнению включают:

- а) дату принятия заказа-наряда к исполнению;
- б) фамилию, имя, отчество (при наличии) должность лица, принявшего заказ-наряд к исполнению, и его подпись
- в) количество, тип, марку, грузоподъемность (тонн), вместимость (в кубических метрах) транспортного средства
- г) регистрационные номера транспортного средства
- д) наименование и номер путевого листа и сведения о сроке его действия

13. Сведения о транспортном средстве включают:

- а) количество, тип, марку, грузоподъемность (тонн), вместимость (в кубических метрах);
- б) регистрационные номера;
- в) фамилию, имя, отчество (при наличии), идентификационный номер налогоплательщика (при наличии), серию, номер, дату выдачи водительского удостоверения для водителей,
- г) данные о средствах связи (при наличии) водителя (водителей),
- д) наименование и номер путевого листа и сведения о сроке его действия

## **РАЗДЕЛ 6. ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННЫХ ПЕРЕВОЗОК**

### **Практическое занятие № 12 СМЕШАННЫЕ ПЕРЕВОЗКИ: ВЫБОР ВИДА ТРАНСПОРТА**

Цель занятия – *изучение методов расчета оптимального маршрута доставки продукции в смешанном сообщении.*

На выбор способа транспортировки грузов влияют следующие условия:

- состояние существующей транспортной инфраструктуры региона (реально возможные для конкретной ситуации транспортные схемы);
- ограничения на выбор видов транспорта;
- доступность информации о различных видах транспортных услуг;
- форма собственности транспортных средств;
- принятая система страхования грузов;
- варианты банковского обслуживания грузовладельцев и перевозчиков;
- тарифы на услуги потенциальных перевозчиков;
- уровень комплексности транспортного обслуживания;
- технико-эксплуатационные характеристики применяемого подвижного состава и стационарных устройств;
- критерии выбора.

В настоящее время регулирование национальных транспортных систем и формирование международных транспортных систем решает противоречивые задачи:

1. необходимо с одной стороны обеспечить свободу выхода на зарубежные рынки своих предпринимателей и защитить свой рынок от прихода чужого бизнеса;

2. требуется вкладывать большие инвестиции в транспортную инфраструктуру и в тоже время необходимо урезать расходы бюджета;

3. стимулируя приобретения личных транспортных средств, и развивая частный транспортный бизнес и этим улучшая экономические показатели развития страны – получаем экологические проблемы и ухудшаем пропускную способность транспортных сетей и как следствие ухудшение показателей качества жизни;

4. приватизируя и дерегулируя транспортную сферу усиливаем конкуренцию между различными видами транспорта, что усугубляет разрозненность между различными видами транспорта, увеличивает экологическую нагрузку на территории;

5. необходимое увеличение пропускной способности требует выделения земельных участков под транспортные проекты и требует дорогостоящих инвестиций, которые не в состоянии осилить отдельные транспортные предприятия.

Как видно решение одних задач ведет к появлению новых и усугублению уже имеющихся проблем.

Прямыми смешанными (интермодальными) перевозками называются перевозки грузов несколькими видами транспорта по единому перевозочному

документу с передачей грузов в пунктах перевалки одним видом транспорта другому без участия грузовладельца. Отличие прямой смешанной перевозки от унимодальной (одновидовой) заключается в том, что последняя осуществляется одним видом транспорта.

В то же время в других работах указывается, что смешанная раздельная перевозка осуществляется обычно двумя видами транспорта: морской – автомобильный, железнодорожный – автомобильный и т.д., при отсутствии единой тарифной ставки фрахта и наличии нескольких транспортных документов. При прямой смешанной перевозке грузовладелец заключает договор с первым перевозчиком, который действует от себя и от имени следующего перевозчика.

Наконец, смешанной перевозкой называется транспортировка грузовой партии от пункта отправления до пункта назначения, когда для процесса перемещения используется более одного вида транспорта.

Около 90% российских внешнеторговых грузов осуществляется с использованием нескольких видов транспорта. Использование интермодальных схем перевозок позволяет экономить время, умело устранять недостатки различных видов транспорта, используя преимущества другого, повышать качество обслуживания клиентов и снижать транспортные расходы.

#### Методика выбора маршрута доставки продукции в прямом смешанном сообщении

Рассмотрим задачу выбора маршрута и видов транспорта для осуществления смешанной международной перевозки контейнеров из Пуссана (Республика Корея) до Москвы (Российская Федерация). Данное направление выбрано потому, что Юго-Восточная Азия по-прежнему остается главным поставщиком грузов в Европу и вопросы развития евроазиатского транзита через Россию становятся в последнее время все более актуальными (ежегодно по транспортным коридорам Азия - Европа перевозится около 90 млн. т грузов, причем почти 30% этого грузопотока следует в контейнерах).

На рисунке 1 приведены маршруты перевозок из порта Пуссан до «дверей» получателя в Москве. Характеристики выбранных маршрутов и организации перевозок представлены в таблице 1. Из таблицы видно:

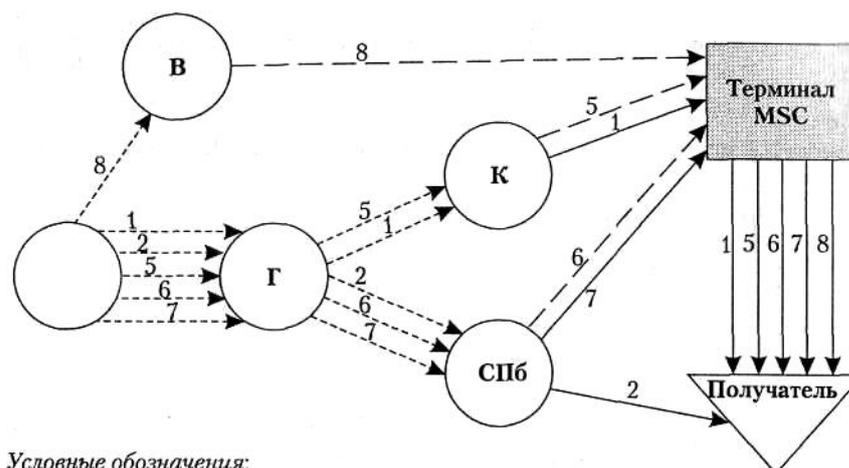
- все маршруты включают два или три вида транспорта: при этом один из них – морской;
- при использовании железнодорожного транспорта предусматривается возврат контейнеров в порты, откуда была осуществлена поставка;
- при сборе информации были использованы данные разных компаний.

Таблица 1 – Краткая характеристика смешанных перевозок на маршрутах Пуссан - Москва.

№ маршрута	Характеристика	Виды транспорта	Примечание
1	Через порт Котка (Финляндия)	Морской + авто	Морской перевозчик – компания <i>APL</i>
2	Через порт Санкт-Петербург	Морской + авто	Морской перевозчик – компания <i>APL</i>
3	Через порт Котка	Морской + авто	Морской перевозчик – компания <i>CS</i>
4	Через порт Санкт-Петербург	Морской + авто	Морской перевозчик – компания <i>CS</i>
5	Через порт Котка	Морской + ж/д + авто	Возврат контейнера по ж/д
6	Через порт Санкт-Петербург	Морской + ж/д + авто	Возврат контейнера по ж/д
7	Через порт Санкт-Петербург	Морской + авто	Автомобильная перевозка под режимом «таможенный перевозчик»
8	Через порт Восточный (по Транссибу)	Морской + ж/д + авто	Возврат контейнера по ж/д

В таблице 2 приведены составляющие затрат смешанных перевозок. При формировании таблицы 2 учитывались следующие факторы:

- все ставки включают морской фрахт, выгрузку в порту, погрузку на подвижной состав (автомобили или железнодорожные платформы);
- ставки не включают расходы, связанные с растаможиванием груза и дополнительные расходы в порту, связанные с досмотром контейнеров;
- ставка морского фрахта взята базовая, хотя возможно в процессе переговоров ее снижение на \$200, а при больших объемах – до \$400;
- ставка морского фрахта на Санкт-Петербург включает дополнительную зимнюю надбавку за ледовую обстановку, равную \$50;
- ставка за автомобильные перевозки на маршрутах 1-4 и 7 предусматривает доставку «до дверей» получателя, на маршрутах 5,6 и 8 ставка включает доставку по Москве;
- железнодорожная ставка (тариф) включает возврат контейнера;
- на маршрутах 1 и 3 в итоговую ставку включены расходы на обработку контейнеров в порту Котка (\$182).



Условные обозначения:

○ – Порт (П – Пуссан, В – Восточный, Г – Гамбург, СПб – Санкт-Петербург, К – Котка);

— перевозка а/м; ----- перевозка морем; — — — — — перевозка ж/д;

1, 2, 5, 6, 7, 8 – маршруты

Рисунок 1 – Маршруты по направлению Пуссан – Москва.

Таблица 2 – Ставки (составляющие затрат) при смешанных перевозках на маршрутах Пуссан - Москва.

Номер маршрута (порт)	Виды транспорта	Составляющие затрат			Ставка (общие затраты), \$
		морская	автотранспортная	железнодорожный транспорт	
1 (Котка)	Морской + а/м	1680* 2910	1100	—	2962** 4192
2 (СПб)	Морской + а/м	1910 3400	600	—	2510 4050
3 (Котка)	Морской + а/м	1950 3420	1100	—	2690 4250
4 (СПб)	Морской + а/м	2090 3600	600	—	2690 4200
5 (Котка)	Морской + ж/д + а/м	1680 2910	230 310	359 620	2987 4585
6 (СПб)	Морской + ж/д + а/м	1910 3400	900	—	2499 4330
7 (СПб)	Морской + а/м	1910 3400	900	—	2810 4300
8 (Восточный)	Морской + ж/д + а/м	1075 1950	230 310	1046 1857	2331 4117

В таблице 3 приведены данные о сроках доставки на рассматриваемых маршрутах. Указанное в таблице 3 время ожидания включает время перевалки, время растаможивания, время погрузки и выгрузки.

Таблица 3 – Временные составляющие при смешанных перевозках на маршрутах Пуссан - Москва, дней.

Номер маршрута (порт)	Морская перевозка	Наземная перевозка	Время ожидания	Суммарное время
1 (Котка)	26+3=29	2	2 дня перевалка+2 (MSC)	35
2 (СПб)	26+4=30	1	2+7+1+1=11	42
3 (Котка)	31+3=34	2	2+2=4	40
4 (СПб)	31+4=35	1	2+7+1+1=11	47
5 (Котка)	26+3=29	7	2+3+2=7	43
6 (СПб)	26+4=30	5	2+7+2=11	46
7 (СПб)	26+4=30	1	7+1+2=10	41
8 (Восточный)	2	15(17)	≈5	22(24)

Таблица 4 – Результаты расчетов ставок и времени доставки на маршрутах Пуссан - Москва.

Номер маршрута (порт)	Ставки за доставку контейнера, \$		Общее время, дни	Интегральная оценка $C^*$ , \$
	20'DC	40'DC		
1 (Котка)	2962	4192	35	38493
2 (СПб)	2510	4050	42	38110
3 (Котка)	3232	4702	40	38813
4 (СПб)	2690	4250	47	38406
5 (Котка)	2987	4585	43	38606
6 (СПб)	2499	4330	46	38174
7 (СПб)	2810	4300	41	38404
8 (Восточный)	2351	4117	22(24)	37668

В таблице 4 приведены обобщенные данные о ставках и времени перевозки на маршрутах.

Приведенные стоимостные и временные оценки маршрутов представляют собой два критерия, т.е. по существу получена многокритериальная оценка. Для получения однокритериальной оценки воспользуемся формулой, приведенной в работе Е.В. Смолина (ГУУ, Москва):

$$C^* = (C_T + C_{пер}) \cdot (1+i)^n,$$

где  $C^*$  – оценка стоимости груза и его доставки с учетом фактора времени (интегральная оценка);

$C_T$  – закупочная стоимость товара;

$C_{пер}$  – стоимость перевозки;

$(1+i)^n$  – множитель наращения процентов по процентной ставке  $i$  за  $n$  периодов.

Следует указать, что можно использовать аналогичную формулу, но без учета  $C_{пер}$ . Средняя банковская ставка по краткосрочным валютным кредитам  $i=15\%$  в год.

Величина  $n$  может быть рассчитана с учетом доставки  $T$ :

$$n = T / 365.$$

В качестве стоимости перевозки при расчете по формуле используются ставки на соответствующих маршрутах.

При определении величины  $C_T$  следует воспользоваться данными таможенной статистики. Так, при перевозке в 20-футовом контейнере средняя стоимость груза составляет \$20 тыс. Однако в работах указывается, что, согласно таможенной статистике ГТК РФ, декларируемая иностранными грузовладельцами стоимость транзитных товаров составляет около \$5 тыс. за 1 т. При средней загрузке 20-футового контейнера около 10 т, средняя стоимость товаров в транзитных контейнерах составляет \$50 тыс.

Примем для сравнительных расчетов для 20-футового контейнера  $C_m = \$35$  тыс.

Рассчитаем величину интегральной оценки  $C^*$  для первого маршрута.

При постановке значений в формулу для 20-футового контейнера находим:

$$C^* = (35000 + 2962) \cdot (1 + 0,15)^{0,096}.$$

Анализ результатов расчета позволяет сделать следующие выводы:

1. При транспортировке 20-футовых контейнеров наиболее предпочтительным по ставкам и времени доставки является восьмой маршрут (по Транссибирской магистрали).
2. При транспортировке 40-футовых контейнеров наименьшая ставка имеет место на втором маршруте (через порт Санкт-Петербург при использовании автомобильного транспорта), тогда как наиболее быстрая доставка обеспечивается на восьмом маршруте (так же, как и 20-футовых контейнеров).
3. Интегральная оценка для 20-футовых контейнеров дает предпочтение восьмому маршруту.
4. Несомненно, что исследования по применению многокритериальных оценок и многокритериальной оптимизации в моделях и методах прикладной теории логистики должны быть продолжены.

## Выбор схемы транспортировки нефтепродуктов

**Постановка задачи.** Фирма N, занимающаяся организацией и осуществлением экспедирования и перевозок экспортных, импортных и транзитных грузов, заключила контракт на доставку 21 000 т нефтепродуктов от Ачинского нефтеперегонного завода (Красноярский край) на новую нефтебазу, построенную на территории Монголии в г. Тэс-Сомон.

Сеть железных и автомобильных дорог в регионе, схема расположения транспортных предприятий, перевалочных нефтебаз и нефтебаз получателя, представлена на рисунке. Числами на схеме указаны расстояния между объектами, выраженные в километрах.

Транспортировка осуществляется в два этапа.

**Первый этап:** железнодорожным транспортом от Ачинска до нефтебаз Минусинска или Абазы. Стоимость доставки нефтепродуктов по железной дороге от Ачинского нефтеперегонного завода до этих нефтебаз является одинаковой, на расчеты влияния не оказывает и не учитывается.

**Второй этап:** автомобильным транспортом до Тэс-Со-мона.

Для обеспечения этих поставок фирма N заключает контракты с автотранспортными предприятиями на перевозку и с нефтебазами на перевалку и хранение нефтепродуктов. В регионе имеются два транспортных предприятия, отвечающих требованиям, предъявляемым к международным автомобильным перевозчикам: первое – в г. Аскиз, второе – в г. Минусинске. В регионе имеются также две нефтебазы: в г. Абаза и в г. Минусинске, которые являются ближайшими к конечному месту доставки и способны переваливать и хранить необходимый объем нефтепродуктов.

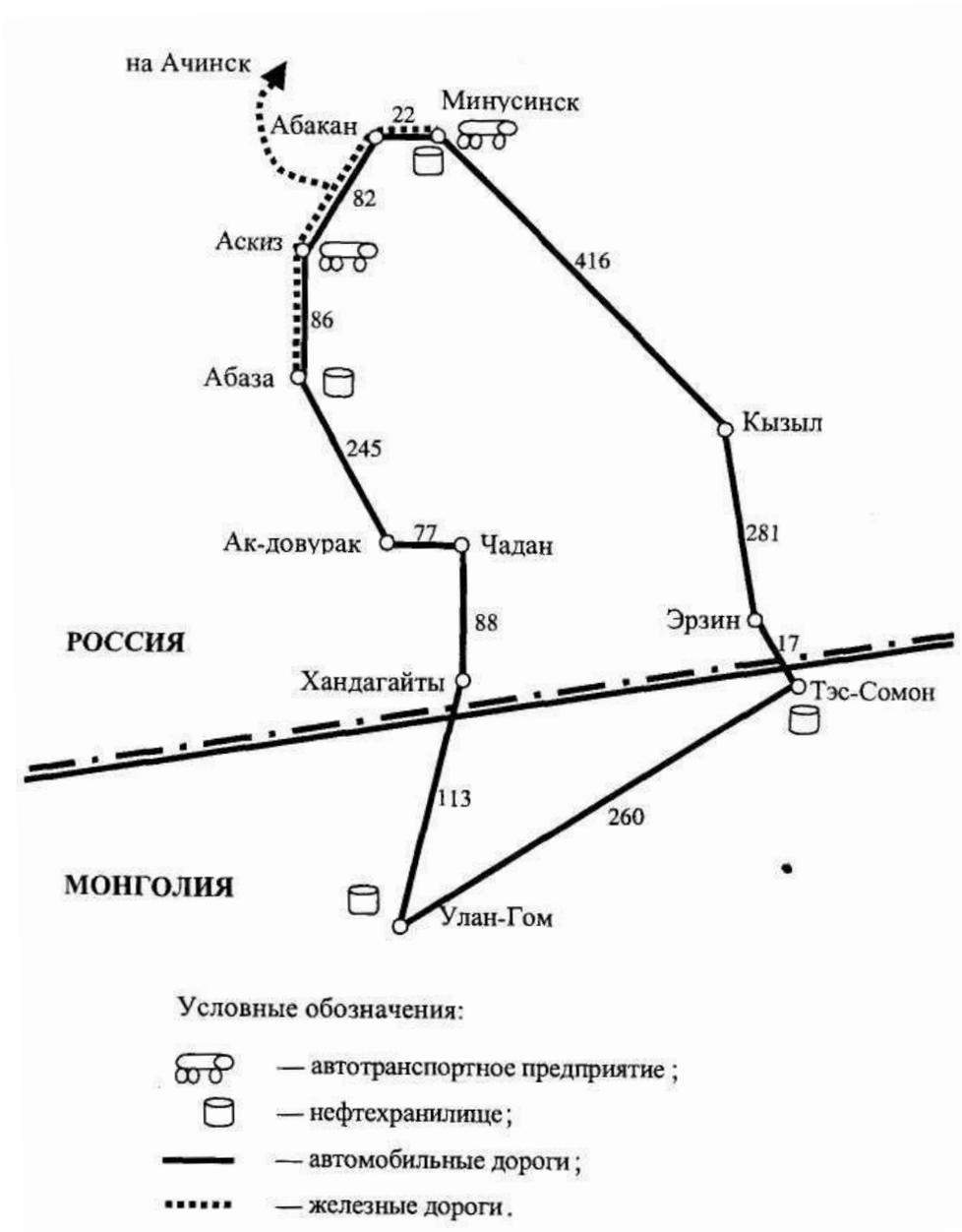
При решении задачи следует принять во внимание, что в регионе установлен регулярно действующий маршрут (базовый вариант): нефтепродукты по железной дороге доставляются в нефтебазу Абазы. Далее, на участке Абаза–Улан-Гом перевозка осуществляется силами аскизского АТП. На участке Улан-Гом – Тес-Сомон работает внутренний транспорт Монголии. Стоимость продвижения 21 000 нефтепродуктов до Тес-Сомона по базовому варианту составляет 39643800 руб..

Необходимо выбрать оптимальную схему транспортировки нефтепродуктов, используя в качестве критерия минимум полных затрат. Возможные варианты схем транспортировки приведены в табл.1.

Таблица 1 - **Варианты схем транспортировки нефтепродуктов**

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Перевалка	Через нефтебазу Абазы	Через нефтебазу Минусинска	Через нефтебазу Минусинска

Перевозчик	Аскизское АТП	Аскизское АТП	Минусинское АТП
Маршрут	Абаза– Улан-Гом– Тэс-Сомон	Минусинск– Кызыл– Тэс-Сомон	Минусинск– Кызыл– Тэс-Сомон



## *Методические указания*

Выбор схемы транспортировки нефтепродуктов основан на проведении расчетов по разным вариантам. Критерий выбора – минимум полных затрат. Расчеты проводят в несколько этапов.

1. Пользуясь данными табл.2, а также значениями расстояний, указанных на рисунке, рассчитать стоимость транспортировки  $C_{тр}$  нефтепродуктов по каждому из вариантов

**Таблица 2 - Тарифы за транспортировку, руб./т-км**

Перевозчик	Размер тарифа (по вариантам задания)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Аскизское АТП	1,8 0	1,8 2	1,9 1	1,9 2	1,8 4	1,8 6	1,8 5	1,9 1	1,9 0	1,9 3
Минусинское АТП	1,9 2	1,6 3	1,6 8	1,6 9	1,7 2	1,7 4	1,7 8	1,8 2	1,8 4	1,8 8
Монгольский транспорт	0,09 у.е./ткм									

Внутренний тариф на перевозки в Монголии (0,09 у.е./ ткм) существенно выше тарифов российских АТП, занятых в международных перевозках, в силу отсутствия большегрузного подвижного состава, высокой стоимости топлива, а также ряда других факторов.

Результаты расчета внести в таблицу 4.

2. Рассчитать стоимость подачи транспортных средств под погрузку  $C_{подачи}$ . Тариф за подачу транспорта к месту погрузки  $T_{подачи} = 6$  руб./км. В связи с тем, что месторасположение транспортных предприятий и нефтебаз в первом и втором вариантах не совпадают, то возникают расходы, связанные с подачей автомобилей под погрузку. Стоимость подач определяется по формуле:

$$C_{подачи} = T_{подачи} \cdot N \cdot L,$$

где  $L$  — расстояние между транспортным предприятием и нефтебазой, км;  
 $N$  – количество рейсов, необходимых для выполнения заданного объема перевозок, рассчитывается по формуле

$$N = \frac{Q}{q},$$

где  $Q$  – общий объем перевозок, равный по договору 21000 т,  
 $q$  – грузоподъемность автомобиля принимается из расчета средней грузоподъемности автопоезда 15 т.

Результаты расчета внести в табл.4.

3. Пользуясь данными табл.3, рассчитать стоимость перевалки нефтепродуктов на нефтебазах.

Таблица 3 - *Тарифная стоимость перевалки нефтепродуктов, долл./т*

Нефтебаза	Тариф
Абазинская нефтебаза	7
Минусинская нефтебаза	10

Результаты расчета внесите в табл.4.

4. Рассчитайте полные затраты по трем вариантам схем транспортировки. Расчет выполнить в форме табл.4.

Таблица 4 - *Расчет полных затрат по схемам транспортировки нефтепродуктов*

Стоимость	Варианты		
	1	2	3
Транспортировки			
Подачи транспорта			
Перевалки			
ВСЕГО			

5. Выберите для реализации вариант схемы транспортировки нефтепродуктов, отвечающий критерию минимума полных затрат.

6. Сопоставьте размер затрат по оптимальному варианту с базовым вариантом транспортировки нефтепродуктов, сформулировать вывод.

### **Выбор схемы доставки продукции в зависимости от избранных критериев**

Цель работы – *получение навыков выбора оптимальной схемы поставки при наличии различных дополнительных условий.*

## **I. Определение критериев для выбора схемы транспортировки продукции.**

### **1. Критерии, влияющие на выбор транспортной схемы доставки:**

1. Характер груза (вес, объем, консистенция).
2. Количество отправляемых партий.
3. Местонахождение пункта назначения (с учетом климата, сезонных характеристик).
4. Расстояние, на которое перевозится груз.
5. Ценность груза - около 70% дорогостоящих грузов перевозят коммерческие фирмы.
6. Близость расположения точки доставки груза к железнодорожной сети или автомагистрали.
7. Сохранность груза.
8. Риск для груза, невыполнение срока доставки

### **2. Критерии конкурентоспособности перевозчика**

1. Время доставки.
2. Частота отправок грузов.
3. Надежность соблюдения графика доставки (60% убытка приносят о просрочки доставки).
4. Способность перевозить разные грузы
5. Способность доставлять груз в любую точку РФ
6. Стоимость перевозки

В последнее время обращается особое внимание на формирование сквозного тарифа, который оплачивает 1 раз грузовладелец в пункте отправки. В этот тариф включены все логистические затраты.

1. Скорость доставки
2. Работа по графику (частота отправок)
3. Надежность доставки в обусловленное время
4. Перевозочная способность - способность перевозить разные грузы
5. Доступность, возможность обслуживания разных географических точек

**Основными критериями при выборе схемы транспортировки являются:**

1. Степень надежности поставок продуктов при транспортировке.
2. Транспортные затраты
3. Гибкость системы сохранности перевозимых грузов
4. Затраты связанные с упаковкой - при внедрении контейнерных перевозок расходы на упаковку сократились на 30-40%.
5. Уровень страховочных затрат.

## II. Алгоритм решения задачи.

### Задача. Выбор логистической схемы доставки товаров в зависимости от времени их продвижения

#### Условие задачи

1. Объем спроса на товар достаточно стабильный и носит регулярный характер.

2. Объем продаж составляет:

—40 млн. у.е.. или 80 тыс. единиц товара в год;

—30 млн. у.е.. или 60 тыс. единиц товара в год;

—25 млн. у.е., или 50 тыс. единиц товара в год;

—12,5 млн. у.е., или 25 тыс. единиц товара в год.

Продажа товара осуществляется равномерно день ото дня.

3. Альтернативные схемы доставки товаров:

а) транспортировка самолетом в малых контейнерах до места розничной торговли;

б) перевозка автомобильным транспортом в малых контейнерах до места розничной торговли;

в) перевозка автомобильным транспортом в больших контейнерах до места розничной торговли;

г) транспортировка по железной дороге в больших контейнерах до склада и от него малыми партиями до места розничной торговли.

4. Затраты времени при транспортировке самолетом:

— время обработки заявки — 5 дней;

— время в пути — 1 день;

— время нахождения в месте розничной торговли — 2 дня.

5. Затраты времени при транспортировке автомобильным транспортом в малых контейнерах:

— время обработки заявки — 5 дней;

— время в пути — 2 дня;

— время нахождения в месте розничной торговли — 2 дня.

6. Затраты времени при транспортировке автомобильным транспортом в больших контейнерах:

— время обработки заявки — 5 дней;

— время в пути — 2 дня;

— время нахождения в месте розничной торговли — 8 дней.

7. Затраты времени при перевозке железнодорожным транспортом в больших контейнерах на склад и далее малыми партиями:

— время обработки заявки — 5 дней;

— время в пути — 4 дня;

— время нахождения на складе — 10 дней;

— время нахождения в месте розничной торговли — 5 дней.

8. Удельные транспортные расходы:

а) при объеме продаж 40 млн. у.е., или 80 тыс. единиц:

— при транспортировке самолетом — 3,33 у.е.;

— при транспортировке автомобилями малыми контейнерами — 2,70 у.е.;

— при транспортировке автомобилями большими контейнерами — 1,58 у.е.;

— при транспортировке железнодорожным транспортом — 0,19 у.е.;

б) при объеме продаж 30 млн. у.е., или 60 тыс. единиц:

— при транспортировке самолетом — 4,10 у.е.;

— при транспортировке автомобилями малыми контейнерами — 3,31 у.е.;

— при транспортировке автомобилями большими контейнерами — 2,34 у.е.;

— при транспортировке железнодорожным транспортом — 1-14 у.е.;

в) при объеме продаж 25 млн. у.е., или 50 тыс. единиц:

— при транспортировке самолетом — 4,54 у.е.;

— при транспортировке автомобилями малыми контейнерами — 3,65 у.е.;

— при транспортировке автомобилями большими контейнерами — 2,83 у.е.;

— при транспортировке железнодорожным транспортом — 1.74 у.е.;

г) при объеме продаж 12,5 млн у.е., или 25 тыс. единиц:

— при транспортировке самолетом — 5,65 у.е.;

— при транспортировке автомобилями малыми контейнерами — 5,37 у.е.;

— при транспортировке автомобилями большими контейнерами — 5,13 у.е.;

— при транспортировке железнодорожным транспортом — 4,09 у.е.

Процентная ставка на стоимость запасов равна 10% годовых. Стоимость 1 единицы товара составляет 500 у.е.

### **Определить:**

1) годовую оборачиваемость или количество рейсов для каждой схемы доставки и каждого объема продаж;

2) объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс;

3) издержки на перевозку за рейс каждым видом транспорта для каждого объема продаж;

4) общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки, включая издержки на товарные запасы;

5) рациональные схемы доставки товаров для каждого объема продаж.

### **Решение задачи**

1. Годовая оборачиваемость, или количество рейсов,  $N$  определяется исходя из 365 дней в году и общего времени оборота товаров  $\Sigma t$ .

$$N=365/ \Sigma t$$

При этом общее время оборота определяется как сумма времени обработки заказов у покупателя и продавца, времени транспортировки в международном сообщении, времени нахождения товаров на складе (включая время доставки в местном сообщении) и времени нахождения товара в месте розничной торговли.

2. Объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс  $V_{мз}$  для каждого альтернативного варианта доставки определяется по формуле

$$V_{мз} = V_n / N$$

где  $V_n$  — объем продаж, млн у.е., или ед. товара.

Результаты расчета объема товарных запасов, или среднего размера поставки за рейс, представлены в табл. 1

Таблица 1 - Объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс

Объем продаж, млн у.е.	Объем товарных запасов или средний размер поставки за рейс, при альтернативных схемах доставки товаров, тыс. у.е.			
	<b>а</b>	<b>б</b>	<b>в</b>	<b>г</b>
40				
30				
25				
12,5				

3. Издержки на перевозку за рейс  $S$  каждым видом транспорта для каждого объема продаж определяются следующим образом (табл. 2):

$$S = S_{yd} * V_n / N,$$

где  $S_{yd}$  — удельные транспортные расходы, у.е.

Таблица 2 - Издержки на перевозку на рейс каждым видом транспорта

Объем продаж, млн. у.е.	Издержки на перевозку за рейс каждым видом транспорта			
	<b>а</b>	<b>б</b>	<b>в</b>	<b>г</b>
80				
60				
50				
25				

4. Общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки включают издержки на перевозку издержки на товарные запасы.

Издержки на товарные запасы  $S_{зап}$  (табл. 3) определяются в зависимости от времени транспортировки  $t_T$  и времени нахождения товара на складе  $t_{скл}$ :

$$S_{зап} = V_{мз} \times p \times \frac{t_{д} + t_{н\ddot{e}e}}{365}$$

где  $p$  — процентная ставка на стоимость запасов, %.

Таблица 3 - Издержки на товарные запасы за рейс каждым видом транспорта

Объем продаж, млн. у.е.	Издержки на товарные запасы за рейс при альтернативных схемах доставки товаров, тыс. у.е.			
	а	б	в	г
40				
30				
25				
12,5				

Общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки представлены в табл. 4.

Таблица 4 - Общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки

Объем продаж, млн у.е.	Общие издержки за рейс при альтернативных схемах доставки товаров, тыс. у.е.			
	а	б	в	г
40				
30				
25				
12,5				

### Контрольные вопросы

1. Понятие смешанных перевозок и формы их организации?
2. Интермодальные технологии организации транспортировки?
3. Что представляют контейнерные перевозки?

4. Что собой представляют паромная и ролкерная транспортно-технологические системы?
5. Что представляет лихтеровозная транспортно-технологическая система?
6. Понятие контрейлерные перевозки и безвагонные технологии?
7. Что такое грузовые терминалы?
8. Формирование логистической цепи при организации смешанных перевозок?
9. Что такое международные транспортные коридоры?
10. Особенности организации фидерных перевозок.
11. Преимущества и недостатки трейлерных перевозок.
12. Преимущества и недостатки пакетных перевозок грузов.
13. Фрейджерная перевозка, ее характеристика.

Источники: Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175383>. — Режим доступа: для авториз. пользователей).

Лёвкин, Г. Г. Организация интермодальных перевозок. Конспект лекций : учебное пособие / Г. Г. Лёвкин. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-2929-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212612>. — Режим доступа: для авториз. пользователей).

### **Практическое занятие № 13**

## **РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СХЕМ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОКАЗАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ УСЛУГИ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА В ЦЕПИ ПОСТАВОК**

### **Транспортно–экспедиторское обслуживание**

**Задание 1.** В соответствии с тарифной политикой стоимость перевозки одной тонны груза по железной дороге составляет 15 у.е. Грузовладелец собирается предъявить к перевозке 45 т груза. Железная дорога предоставляет

10%-ную скидку с тарифа всем тем, кто предъявляет груз помассе, не меньшей технической нормы загрузки вагона. Для рассматриваемого случая техническая норма загрузки вагона составляет 60 т. Грузовладелец может обратиться к экспедитору с просьбой сформировать сборную отпарку, состоящую из его груза (45 т) и груза другого собственника (15т). За оказанную в этом случае услугу экспедитор взимает комиссионный сбор в размере 6%, исчисляемых от сумм провозных платежей, которые оба грузовладельца заплатили бы железной дороге, если бы они не обратились к экспедитору.

Какой вариант перевозки 45 т груза (без экспедитора или с ним) является для первого грузовладельца более предпочтительным?

**Задание 2.** В соответствии с договором транспортного экспедирования экспедитор сообщил грузовладельцу, что номинальный тариф перевозчика составляет 150 у.е., но ему (экспедитору) удалось договориться о 20%-ной скидке с тарифа, если провозные платежи будут проходить через экспедитора. По тому же договору грузовладелец обязуется в качестве дополнительного вознаграждения уплатить экспедитору половину полученной скидки.

Каков будет суммарный размер платежей грузовладельца по договорам перевозки и транспортного экспедирования, если за перечисление провозных платежей перевозчику экспедитор взимает комиссию в размере 2,5%?

**Задание 3.** По условию договора международной перевозки груза погрузка и выгрузка осуществлялись перевозчиком, но расчеты за их выполнение и за перевозку оплачивались грузовладельцем по отдельно выставленным инвойсам. Размер фрахта составлял 10 у.е., стоимость погрузки и выгрузки – по 3 у.е. за каждую грузовую операцию соответственно, размер таможенных пошлин – 5 у.е., а фактическая стоимость груза – 100 у.е.

Кроме того, в соответствии с договором транспортного экспедирования экспедитору была выплачена комиссия – 5 у.е. В процессе транспортировки груз был полностью утерян по вине перевозчика. Определить размер возмещения, выплаченный перевозчиком грузовладельцу.

**Задание 4.** Изучите алгоритм операций по работе с экспортными грузами, пройдя по ссылке:

<https://reader.lanbook.com/book/292325?lms=488f8fa25f343bb52879484e27d7c2db#74>

### Тестовые вопросы

1. \_\_\_\_\_ - это материальный объект, принятый для перевозки в установленном порядке

2. \_\_\_\_\_ - это физическое или юридическое лицо, которое по договору перевозки груза выступает от своего имени или от имени владельца груза и указывается в транспортной накладной

3. \_\_\_\_\_ - это документ, служащий для учета и контроля работы транспортного средства, водителя

4. \_\_\_\_\_ - это график, устанавливающий время или интервалы прибытия транспортных средств в остановочный пункт либо отправления транспортных средств от остановочного пункта

5. Какие данные содержит заявка на оказание логистической услуги

а) Наименование, полный адрес, режим работы и телефон грузополучателя/грузоотправителя.

б) Наименование груза/товара, количество мест, вес и объем, по желанию Заказчика объявляется стоимость груза.

в) Тара и маркировка груза/товара.

г) Желаемая дата отправки груза/товара.

д) Конкретные виды услуг, оказываемых Исполнителем в отношении данного груза/товара (сортировка, маркировка, упаковка, хранение, доставка и т.д.).

6. Ниже приведены пункты порядка оказания \_\_\_\_\_

а) Заказчик по каждой конкретной партии груза/товара, передаваемой Исполнителю для оказания услуг направляет Исполнителю Заявку на оказание услуг

б) Заявка передается Исполнителю не позднее \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) календарных (вариант: рабочих) дней до предполагаемой даты поступления и/или отправки груза/товара

в) По принятым от Заказчика Заявкам Исполнитель формирует план перевозок, который может корректироваться во время исполнения Договора, как по предложению Заказчика, так и по предложению Исполнителя

г) Исполнитель после получения Заявки Заказчика выставляет счет на предварительную оплату стоимости услуг в размере \_\_\_\_\_% от предполагаемой стоимости подлежащих оказанию услуг в текущем месяце

д) В случае отказа от отправки партии груза/товара Заказчик не менее чем за \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) календарных (вариант: рабочих) дней до предстоящей отправки сообщает об этом Исполнителю приемлемым для Исполнителя способом

е) Оказание услуг по Договору подтверждается двухсторонними Актами об оказании услуг

ж) Исполнитель по окончании месяца, следующего за отчетным месяцем, в срок, установленный Договором, направляет Заказчику Акт об оказании услуг с приложением счета-фактуры на сумму оказанных услуг

з) В Акте об оказании услуг должны быть перечислены оказанные услуги и их фактическая стоимость, рассчитанная в соответствии с тарифами Исполнителя

и) Заказчик в течение \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) календарных (вариант: рабочих) дней с момента получения от Исполнителя документов, указанных в Договоре, обязан подписать Акт об оказании услуг или возвратить его Исполнителю с мотивированным отказом от приемки услуг

к) В случае мотивированного отказа Заказчика от приемки услуг Стороны согласовывают сроки устранения выявленных недостатков в оказанных услугах, а в случае невозможности устранения недостатков - определяют стоимость фактически оказанных Исполнителем услуг, подлежащих оплате

л) Стоимость оказанных услуг, согласованная Сторонами в подписанном Акте об оказании услуг, является основанием для проведения между Сторонами взаиморасчетов

7. Сторонами в договоре перевозки груза являются \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

8. По договору перевозки груза перевозчик обязан:

а) в срок доставить груз в пункт назначения и выдать его грузополучателю, т. е. лицу, указанному в транспортном документе (договоре);

б) сдать с соблюдением установленных правил груз к перевозке;

в) обеспечить надлежащее (т. е. правильное) использование выделенных ему транспортных средств;

г) обеспечить сохранность груза при перевозке;

д) принять груз и внести платежи, неуплаченные грузоотправителем;

е) своевременно известить грузополучателя о прибытии в его адрес груза

9. По договору перевозки груза грузоотправитель обязан:

а) в срок доставить груз в пункт назначения и выдать его грузополучателю, т. е. лицу, указанному в транспортном документе (договоре);

б) сдать с соблюдением установленных правил груз к перевозке;  
в) обеспечить надлежащее (т. е. правильное) использование выделенных ему транспортных средств;

г) обеспечить сохранность груза при перевозке;

д) своевременно известить грузополучателя о прибытии в его адрес груза

10. Верно ли утверждение, что «Если перевозчик известит грузополучателя о прибытии в его адрес груза и опоздает, то грузополучатель освобождается от имущественной ответственности в случае простоя транспортных средств при разгрузке»?

а) верно

б) неверно

11. Заключение договора морской перевозки подтверждается выдачей отправителю \_\_\_\_\_, а договор фрахтования оформляется рейсовым чартером.

12. \_\_\_\_\_ – договор между судовладельцем и фрахтователем на аренду судна или его части на определенный рейс или срок

13. Укажите риски внешнего экспедирования:

а) потеря контроля

б) сокращение расходов

в) дополнительный контроль

г) опасность использования устаревшей технологии и потери от её применения

д) репутация и имидж экспедитора

14. Укажите причины использования привлекаемого экспедирования

а) сокращение персонала

б) сокращение расходов

в) сокращение времени обслуживания

г) повышение эффективности транспортных и экспедиционных операций

д) репутация и имидж экспедитора

15. \_\_\_\_\_ условие поставки – основное условие внешнеторговой сделки, которое определяет обязанности продавца и покупателя при исполнении контракта

16. Какой термин Инкотермс-2020 указывает на то, что перевозка не оплачена и товар необходимо забрать покупателю со склада поставщика?

- а) EXW
- б) FAS
- в) CIF
- г) DDP
- д) DAP

17. Каковы перечень и порядок работ по погрузке грузов в транспортное средство и контейнер?

- а) Подготовка груза, контейнера к перевозке
- б) Подготовка транспортного средства к загрузке
- в) Загрузка груза в транспортное средство
- г) Крепление груза в транспортном средстве
- д) Разгрузка груза из транспортного средства

18. \_\_\_\_\_ - физическое лицо, осуществляющее управление транспортным средством, состоящее в трудовых или гражданско-правовых отношениях с перевозчиком

19. \_\_\_\_\_ - заранее разработанная, наиболее рациональная система движения подвижного состава между региональным складом и потребителем

### **Вопросы для подготовки**

1. Характеристики мультимодальных систем транспортировки.
2. Система «ступица и спицы».
3. Роль транспортных узлов в организации транспортировки грузов.
4. Функции транспортных терминалов.
5. Взаимодействие и координация видов транспорта в международной транспортировке

### **Практическое занятие № 14 ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОВЛАДЕЛЬЦЕВ**

1. Автомобили работают на маятниковом маршруте с груженым пробегом в обоих направлениях. Время работы автомобиля на маршруте 8 часов. Длина ездки 5 км. Время простоя под погрузкой и разгрузкой – 12 мин.

Техническая скорость 25 км/ч. Определите количество оборотов за время работы автомобиля на маршруте.

2. Автомобили работают на маятниковом маршруте с груженым пробегом в обоих направлениях. Время работы автомобиля на маршруте 8 часов. Длина ездки 5 км. Время простоя под погрузкой и разгрузкой – 12 мин. Техническая скорость 25 км/ч. Определите количество ездок за время работы автомобиля на маршруте

3. Автомобили работают на маятниковом маршруте с обратным холостым пробегом. Время работы автомобиля на маршруте 7,5 часов. Длина груженой ездки и расстояние ездки без груза равны и составляют 15 км. Время простоя под погрузкой и разгрузкой – 30 мин. Техническая скорость 30 км/ч. Определите количество оборотов за время работы автомобиля на маршруте

4. Какие показатели можно отнести к показателям результативности работы отдела логистики?

- а) факт заключения договора
- б) факт выполнения заказа
- в) факт отказа от договора
- г) своевременность выполнения заказа
- д) своевременность выполнения этапа транспортировки
- е) своевременность погрузо-разгрузочных работ
- ж) своевременность оформления документов

5. Какие показатели можно отнести к показателям эффективности использования средств ?

- а) средняя стоимость доставки единицы груза или места в транспортном средстве
- б) расход ГСМ и других расходных материалов на единицу расстояния
- в) количество раз возврата документов с таможни после проверки
- г) соотношение стоимости доставки к продажам
- д) все выше перечисленные

## **Практическое занятие № 15**

### **МЕТОДЫ АНАЛИЗА ГРУЗОПОТОКОВ**

1. Что представляют методы анализа грузопотоков?

(Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175383>. — Режим доступа: для авториз. пользователей).

## Практическое занятие № 16-17

### МЕТОДЫ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

#### Общий алгоритм планирования грузовых автомобильных перевозок

Цель работы: *изучение приемов и методов расчета поставки продукции по технологии «Точно вовремя».*

#### Теоретические сведения

При решении задач по оперативному планированию грузовых автомобильных перевозок основными экономико-математическими моделями являются модели транспортной задачи и задач маршрутизации.

Планирование деятельности автотранспортного предприятия в случае организации перевозки по схеме 2 («один ко многим») требует решения задачи маршрутизации, которая включает решение:

- задачи «увязки» ездов, если между грузоотправителями и грузополучателями перевозка осуществляется только по маятниковым маршрутам;
- задачи коммивояжера, если между грузоотправителями и грузополучателями перевозка осуществляется только по развозочным (сборным или сборно-развозочным) маршрутам;
- двух вышеперечисленных типов задач, если при организации перевозочного процесса используются как маятниковые, так и развозочные (сборные или сборно-развозочные) маршруты.

При организации движения по схеме «многие ко многим» требуется на первом этапе решить транспортную задачу, затем задачу маршрутизации (второй этап).

Учитывая возможные варианты схемы организации движения автомобиля на маршруте и временные ограничения, накладываемые на перевозку, планирование на автотранспортном предприятии можно представить в виде алгоритма (рис. 1.1).

Рассмотрим более подробно блоки разработанного алгоритма. В первом блоке формируется база данных, включающая сведения о количестве

транспортных средств, их типе и грузоподъемности; количестве грузоотправителей и грузополучателей; ограничениях, накладываемых грузоотправителем и грузополучателем на партию груза, которая может быть отправлена и получена соответствующим субъектом; временных ограничениях по доставке грузов в пункты назначения и их вывозу из пунктов отправления; затратах на перемещение единицы груза от каждого отправителя каждому получателю и др. На основе полученной информации определяется схема организации перевозок (второй блок). Анализ клиентурных заявок позволяет сгруппировать их по схемам согласно таблицы 1.2.

В третьем блоке вначале проверяется условие: используется ли при перевозке груза схема «многие ко многим». Затем, если условие выполняется, решается транспортная задача. Затем, если условие выполняется, решается транспортная задача.



Рисунок 1.1 – Общий алгоритм планирования грузовых автомобильных перевозок.

Критерием оптимальности в транспортной задаче могут выступать минимум транспортной работы в тонно-километрах, затраты времени или стоимость перевозки.

На последнем этапе третьего блока определяется, по каким маршрутам – маятниковому или развозочному (сборному или сборно-развозочному) – будет перевозиться груз от каждого отправителя к получателям, закрепленным за ним после решения транспортной задачи.

В четвертом блоке проверяется условие: используется ли при перевозке груза схема «один к одному». Если условие не выполняется, то перевозка между грузоотправителями и грузополучателями осуществляется по схеме 2 («один ко многим»), при которой требуется решать задачи маршрутизации.

Составленный маршрут не учитывает случайного характера составляющих перевозочного процесса; их количественная оценка может быть получена с использованием моделирования (шестой блок).

Для внутригородской перевозки необходимо определить время на движение автомобиля с грузом ( $t_{zpi}$ ) и без груза ( $t_{xi}$ ) на  $i$ -м участке, время на погрузку у  $j$ -го поставщика ( $t_{nj}$ ) и на разгрузку у первого потребителя ( $t_{pl}$ ), включающее время ожидания погрузки и разгрузки соответственно. Сумма всех составляющих дает время в наряде ( $T_n$ ):

$$T_n = \sum t_{nj} + \sum t_{zpi} + \sum t_{pl} + \sum t_{xi} . \quad (1.1)$$

Логистический подход к моделированию времени на выполнение транспортных услуг требует увязки работы автомобильного транспорта с режимом работы поставщиков и потребителей груза, т. е. необходимо учитывать время начала и окончания обеденных (технологических) перерывов в работе клиентов. Поэтому формула 3.1 должна быть откорректирована и представлена в виде:

$$T_n = \sum t_{nj} + \sum t_{zpi} + \sum t_{pl} + \sum t_x + \sum \eta_j + \sum \Psi_l , \quad (1.2)$$

где  $\eta_j$  – случайная составляющая, учитывающая обеденные (технологические) перерывы  $j$ -го поставщика;

$\Psi_l$  – случайная составляющая, учитывающая обеденные (технологические) перерывы  $l$ -го потребителя.

Включение составляющих  $\eta_j$  и  $\Psi_l$  обусловлено возможными пересечениями, частичными накладками составляющих перевозочного процесса и времени обеденных (технологических) перерывов поставщика или потребителя. Так, например, погрузка автомобиля у поставщика не будет выполняться, если на момент прибытия оставшееся время до обеда меньше самого времени погрузки или если автомобиль прибыл во время обеденного перерыва. Аналогичные

простой, связанные с технологическими (обеденными) перерывами, могут возникнуть и в пункте разгрузки.

При международной перевозке общее время нахождения автомобиля в рейсе определяется по следующей формуле:

$$T_c = \sum_{i=1}^A t_{i,i+1} + \sum_{j=1}^B \tau_j + \sum_{k=1}^C \Theta_k, \quad (1.3)$$

где  $t_{i,i+1}$  – время движения между  $i$ -м и  $(i + 1)$ -м пунктами;

$\tau_j$  – время оформления таможенных документов в  $j$ -м пункте;

$\Theta_k$  – время погрузки, разгрузки и складирования в  $k$ -м пункте;

$A, B, C$  – количество участков движения автомобиля, пунктов таможенного оформления и пунктов погрузки-разгрузки соответственно.

Формула 1.3 расчета времени рейса не учитывает специфику международных перевозок: во-первых, ограничение режима труда и отдыха водителя или экипажа согласно ЕСТР; во-вторых, запрета (ограничения) на движение большегрузных автомобилей по территории некоторых европейских стран в выходные и праздничные дни; в-третьих, необходимость проведения ремонтно-профилактических воздействий, в частности устранение отказов, а также другие причины простоя на линии, например проверки дорожной полицией нагрузок на оси, которые входят в период производственной деятельности водителя в течение рабочего дня, иной, чем управление автомобилем.

Таким образом, формула 3.3 для общей продолжительности рейса должна быть откорректирована с учетом вышеуказанных факторов и представлена в виде:

$$T_c = \sum_{i=1}^A t_{i,i+1} + \sum_{j=1}^B \tau_j + \sum_{k=1}^C \Theta_k + \sum_{l=1}^D \varphi_L + \sum_{m=1}^E \Psi_m + \sum_{n=1}^F \eta_n, \quad (1.4)$$

где  $\varphi_L$  – случайная составляющая, отражающая увеличение времени рейса для проведения ремонтно-профилактических воздействий и других причин;

$\Psi_m$  – случайная составляющая, отражающая ограничения, связанные с ЕСТР;

$\eta_n$  – случайная составляющая, отражающая запреты на движение большегрузных автомобилей;

$D, E, F$  – число случаев простоя автомобиля с учетом указанных факторов соответственно.

Рассчитанное значение времени рейса позволяет определить гарантированный срок доставки груза потребителю.

Количество временных составляющих, включаемых во время рейса, возрастает при интермодальных или смешанных перевозках. В этом случае требование к соблюдению сроков перевозки диктуется не только клиентом, но и спецификой организации такого рода перевозки (например, опоздание на паром приводит к незапланированным многочасовым простоям).

Особенностью расчета времени рейса и в наряде по формулам 1.2 и 1.4 являются нелинейность из-за ограничений, связанных с ЕСТР, режимом работы складов и т.д., и случайный характер временных составляющих перевозочного процесса.

В седьмом блоке определяется соотношение смоделированных значений времени нахождения автомобиля в наряде (в рейсе) с требованиями клиентов по срокам доставки груза. Например, для внутригородской перевозки определяется возможность обслуживания всех потребителей на маршруте в пределах установленных временных интервалов. Если условие не выполняется, то требуется откорректировать маршрут или, если возможно, время работы складов, грузоподъемность используемого на данном маршруте подвижного состава и заново смоделировать время движения.

#### Решение задачи.

Для иллюстрации предложенного алгоритма рассмотрим пример.

1. Из пунктов  $a_1$  и  $a_2$  необходимо доставить груз в пункты  $b_1$ - $b_{15}$  в требуемом количестве (табл. 1.3). Согласно алгоритму (рис. 1.1) на втором этапе определяется схема доставки. Используется схема «многие ко многим».

Условие третьего этапа выполняется, поэтому необходимо решить транспортную задачу (исходная информация приведена в табл. 1.1 и 1.2, результаты решения – табл. 1.3).

Таблица № 1.1 – Количество груза к доставке потребителю.

Пункт разгрузки	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$	$b_9$	$b_{10}$	$b_{11}$	$b_{12}$	$b_{13}$	$b_{14}$	$b_{15}$	Всего
Кол-во груза, т	0,25	0,2	0,4	0,3	0,6	0,7	1,0	0,5	0,6	0,3	0,5	0,15	0,2	0,3	0,3	6,3

Таблица № 1.2 – Расстояние между пунктами погрузки и разгрузки.

Пункт погрузки, $Q_r$	Расстояние до пункта разгрузки, км														
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$	$b_9$	$b_{10}$	$b_{11}$	$b_{12}$	$b_{13}$	$b_{14}$	$b_{15}$
$a_1, 4,9$	10	6	7	1	4	5	8	9	5	4	6	10	11	5	2
$a_2, 1,4$	5	7	9	8	6	12	15	4	5	7	8	10	8	6	5

2. Для решения транспортной задачи используется *Microsoft Excel* «Поиск решения» (блок 3). Критерием оптимальности в задаче является минимум транспортной работы в т км.

Таблица № 3.3 – Результаты решения транспортной задачи.

Пункт погрузки,	Объем перевозок в пункт, т															Всего
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$	$b_9$	$b_{10}$	$b_{11}$	$b_{12}$	$b_{13}$	$b_{14}$	$b_{15}$	
$a_1$		0,2	0,4		0,6	0,7	1,0		0,6	0,3	0,5			0,3	0,3	4,9
$a_2$	0,25			0,3				0,5				0,15	0,2			1,4

3. В результате решения определили два маршрута, связывающие начальные пункты  $a_1$  с десятью пунктами, а именно  $b_2, b_3, b_5, b_6, b_7, b_9, b_{10}, b_{11}, b_{14}, b_{15}$ , и  $a_2$  с пятью пунктами –  $b_1, b_4, b_8, b_{12}, b_{13}$ . Объем перевозки соответственно на первом маршруте составит 4,9 т и на втором маршруте – 1,4 т. Для рассматриваемого примера предположим, что на автотранспортном предприятии есть автомобили грузоподъемностью 1,5 т и 5,0 т и они могут быть использованы на данной перевозке. В случае если на автотранспортном предприятии нет автомобилей подходящей грузоподъемности или для данной перевозки они не могут быть использованы, необходимо дальнейшее выделение маршрутов, например путем решения транспортной задачи с ограничениями по вывозу из пункта количества груза, равного грузоподъемности транспортного средства.
4. Условие четвертого этапа алгоритма не выполняется, поэтому на пятом этапе требуется решить задачу маршрутизации (коммивояжера), целью

которой является определение длины маршрута и порядка объезда автомобилем пунктов на маршруте. Исходной информацией для поставленной задачи будут расстояния между рассматриваемыми на маршруте пунктами (табл. 3.4 и 3.5). Матрица кратчайших расстояний симметричная.

Таблица № 1.4 – Матрица кратчайших расстояний между пунктами первого маршрута.

	$a_1$												
$a_1$	$\infty$	$b_2$											
$b_2$	6	$\infty$	$b_3$										
$b_3$	7	10	$\infty$	$b_5$									
$b_5$	4	4	8	$\infty$	$b_6$								
$b_6$	5	8	2	11	$\infty$	$b_7$							
$b_7$	8	2	7	2	8	$\infty$	$b_9$						
$b_9$	5	6	5	8	2	5	$\infty$	$b_{10}$					
$b_{10}$	4	3	2	7	11	3	4	$\infty$	$b_{11}$				
$b_{11}$	6	7	5	5	8	7	7	6	$\infty$	$b_{14}$			
$b_{14}$	5	7	8	2	7	9	3	8	9	$\infty$	$b_{15}$		
$b_{15}$	2	4	6	4	3	11	9	3	2	10	$\infty$		

Задача коммивояжера решалась методом «ветвей и границ».

Длина первого маршрута составила 28 км, порядок объезда пунктов на маршруте следующий:  $a_1-b_{15}-b_{11}-b_3-b_6-b_9-b_{14}-b_5-b_7-b_2-b_{10}-a_1$ . Для второго маршрута – 26 км:  $a_2-b_8-b_{12}-b_1-b_{13}-b_4-a_2$ .

Таблица № 3.5 – Матрица кратчайших расстояний между пунктами второго маршрута.

	$a_1$						
$a_1$	$\infty$	$b_2$					
$b_2$	5	$\infty$	$b_3$				
$b_3$	8	6	$\infty$	$b_5$			
$b_5$	4	7	9	$\infty$	$b_6$		
$b_6$	10	2	11	4	$\infty$	$b_7$	
$b_7$	8	3	5	8	7	$\infty$	$b_9$

5. Перед началом моделирования перевозочного процесса на маршрутах (шестой этап) необходимо задать временные ограничения (время в наряде, время обеденных перерывов, время начала и окончания работы в пунктах) и определить среднее значение, среднее квадратическое отклонение (СКО) и закон распределения случайных величин (см. табл. 3.6):

- скорости движения на участках маршрутов;
- времени погрузки;
- времени разгрузки.

Пусть все пункты разгрузки работают без обеденного перерыва с 8.00 до 16.00, за исключением пункта  $b_5$  (обеденный перерыв с 12.00 до 13.00) и пункта  $b_{13}$  (доставка груза должна быть осуществлена до 15.00). Начало погрузки в 9.00.

Формула для расчета времени движения на маршруте имеет вид:

$$T = t_{нозр} + \sum_{i=1}^n \tau_i + \sum_{j=1}^m \Theta_j, \quad (1.4)$$

где  $t_{нозр}$  – время погрузки в начальном пункте;

$\tau_i$  – время движения на  $i$ -м участке, ч;

$i$  – количество участков движения на маршруте;

$\Theta_j$  – время на разгрузку в  $j$ -м пункте разгрузки, ч

$j$  – количество пунктов разгрузки на маршруте.

Время движения на участке маршрута определяется по формуле:

$$\tau_i = \frac{l_i}{V_i}, \quad (1.5)$$

где  $l_i$  – длина  $i$ -го участка маршрута, км;

$V_i$  – скорость на  $i$ -м участке маршрута, км/ч.

Смоделируем перевозочный процесс на первом маршруте.

Таблица № 1.6 – Характеристика случайных величин.

Случайная величина	Среднее значение	СКО	Закон распределения
Скорость, км/ч	31	2,5	Нормальный
Время простоя под погрузкой на первом маршруте, ч	2	0,5	Нормальный
Время простоя под погрузкой на втором маршруте, ч	1,5	0,4	Нормальный
Время простоя под разгрузкой в пунктах маршрута, ч	0,5	—	Экспоненциальный

Для первой реализации время погрузки в пункте  $a_1$  подчиняется нормальному закону и рассчитывается по формуле:

$$t_{нозр} = \bar{t}_{нозр} + \sigma \cdot \xi, \quad (1.6)$$

где  $\xi$  – нормально распределенная случайная величина.

$$T_{нозр} = 2 + 0,5 \cdot 0,6880 = 2,344 \text{ ч } (\xi = 0,6880).$$

Автомобиль начнет движение по маршруту в 11.21.

Расстояние  $a_1b_{15}$  – 2 км. Смоделируем скорость движения автомобиля на рассматриваемом участке (нормальный закон распределения,  $\xi'=-0,127$ ):  $V_j=31+2,5\cdot(-0,127)=30,6825$  км/ч.

Время движения:  $\tau_l=2/30,6825=0,0652$  ч, или  $\tau_l=4$  мин. Таким образом, в пункт  $b_{15}$  автомобиль приедет в 11.25.

Время разгрузки подчиняется экспоненциальному закону и рассчитывается по формуле:

$$\Theta_j = \bar{\Theta} \cdot (-\ln(\xi)), \quad (1.7)$$

где  $\xi$  - равномерно распределенное случайное число в интервале  $[0;1]$ .

$$\Theta_l=0,5\cdot(-\ln(0,9117))=0,0462 \text{ ч } (\xi=0,9117),$$

или  $\Theta_l=3$  мин. Разгрузка в пункте  $b_{15}$  закончится в 11.28.

Поступая аналогичным образом (движение-разгрузка), для дальнейших пунктов первого маршрута, находим временные интервалы первой реализации:

9.00-11.21 – погрузка в  $a_1$ ; 11.21-11.25 – движение на участке  $a_1b_{15}$ ; 11.25-11.28 – разгрузка в  $b_{15}$ ; 11.28-11.31 –  $b_{15}b_{11}$ ; 11.31-11.46 – разгрузка в  $b_{11}$ ; 11.46-11.53 –  $b_{11}b_3$ ; 11.53-11.57 – разгрузка в  $b_3$  и т.д.

Результаты моделирования по десяти реализациям алгоритма для пунктов  $a_1$  и  $a_2$  приведены в таблицах 3.7 и 3.8. Необходимо помнить, что разгрузка не производится, если автомобиль прибыл во время обеденного перерыва или если время, оставшееся до начала обеденного перерыва, меньше самого времени разгрузки. В этих случаях определяется время незапланированных простоев  $t_{np}$  и затем суммируется по всем реализациям.

Построим график функции распределения времени прибытия автомобиля к последним четырем потребителям на первом маршруте, т.е. в пункты  $b_5, b_7, b_2$  и  $b_{10}$ .

График функции распределения показывает, какая часть от общего количества автомобилей прибывает к заданному времени к конкретному потребителю (рис. 3.2).

Анализ результатов моделирования показал:

- временные ограничения будут выполнены полностью на втором маршруте;
- обеденный перерыв в пункте  $b_5$  на первом маршруте не увеличит времени работы автомобиля;
- доставка груза на первом маршруте может быть осуществлена к 16.00 с вероятностью 90% только потребителю  $b_7$ . Вероятность обслуживания потребителя  $b_2$  составляет 80%, а  $b_{10}$  – только 40%.

Таблица № 1.7 – Результаты моделирования перевозочного процесса на первом маршруте.

№ реализации	$a_1$	$b_{15}$		$b_{11}$		$b_3$		$b_6$		$b_9$	
	отправление	прибытие	отправление								
1	11.21	11.25	11.28	11.31	11.46	11.53	11.57	12.00	12.18	12.21	12.42
2	10.48	10.52	12.14	12.18	12.58	13.05	13.12	13.15	13.25	13.29	14.15
3	10.48	10.52	11.00	11.04	11.47	11.53	12.36	12.40	13.12	13.18	13.58
4	10.37	10.40	10.47	10.51	11.07	11.16	11.34	11.37	12.23	12.25	12.53
5	11.14	11.17	11.22	11.25	11.30	11.39	12.12	12.15	12.45	12.49	14.19
6	10.49	10.52	10.53	10.57	11.40	11.49	12.07	12.10	12.21	12.25	12.46
7	11.47	11.52	12.53	12.57	13.08	13.16	13.35	13.39	14.02	14.06	14.09
8	10.59	11.03	11.18	11.22	11.36	11.45	12.29	12.33	13.19	13.23	13.51
9	11.42	11.46	11.54	11.58	12.39	13.48	13.29	13.33	13.45	13.49	14.23
10	11.29	11.34	11.57	12.02	12.09	12.18	13.25	13.29	14.48	14.52	15.28

Окончание таблицы № 1.7

$b_{14}$		$b_5$		$b_7$		$b_2$		$b_{10}$		$a_1$
прибытие	отправление	прибытие								
12.48	13.23	13.28	14.50	14.54	15.16	15.20	16.18	16.23	17.28	17.37
14.20	14.44	14.48	15.11	15.15	15.26	15.30	15.59	16.06	18.05	18.13
14.03	15.00	15.40	16.02	16.05	16.20	16.24	16.53	16.59	17.14	17.21
12.59	13.36	14.00	14.09	14.13	15.30	15.34	16.09	16.16	17.04	17.11
14.25	14.31	14.34	14.47	14.50	15.02	15.06	15.52	15.58	16.01	16.09
12.52	13.26	13.30	13.53	14.02	14.53	14.57	15.20	15.26	16.43	16.50
14.14	14.15	14.19	14.41	14.45	15.09	15.12	16.09	16.15	17.23	17.29
13.57	14.02	14.06	14.14	14.19	14.29	14.32	15.21	15.27	15.37	15.44
14.28	14.45	14.49	15.01	15.04	15.16	15.20	15.22	15.28	16.04	16.11
15.34	15.46	15.50	16.52	16.55	17.04	17.08	17.11	17.06	18.09	18.17

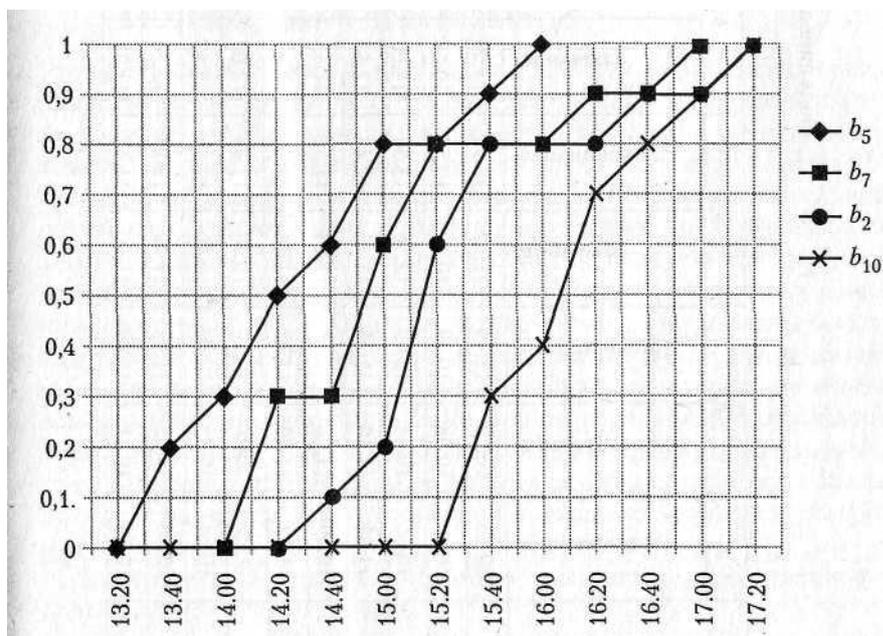


Рисунок 1.2 – График функции распределения времени прибытия автомобиля в пункт разгрузки на первом маршруте.

Таблица № 1.8 – Моделирование перевозочного процесса на втором маршруте.

№ реализации	$a_2$	$b_8$		$b_{12}$		$b_1$		$b_{13}$		$b_4$		$a_2$
	отправление	прибытие										
1	10.23	10.29	11.44	11.52	12.56	13.00	13.22	13.29	14.04	14.14	14.34	14.49
2	9.59	10.08	10.37	10.45	10.55	10.58	11.12	11.17	12.23	12.33	12.39	12.56
3	10.36	10.44	12.49	12.56	13.56	14.00	14.04	14.09	14.11	14.20	14.30	14.44
4	11.01	11.10	11.15	11.23	12.49	12.53	13.22	13.27	13.32	13.40	13.54	14.10
5	10.59	11.06	11.15	11.23	11.31	11.35	11.57	12.03	12.06	12.16	12.39	12.56
6	11.12	11.20	11.32	11.40	12.15	12.18	12.21	12.26	13.34	13.45	13.47	14.01
7	9.38	9.46	10.10	10.20	11.59	12.02	12.20	12.26	13.05	13.16	13.14	14.01
8	10.24	10.32	10.40	10.49	11.55	11.59	13.18	13.23	13.51	14.01	14.06	14.21
9	10.56	11.03	11.42	11.49	12.17	12.20	12.27	12.32	12.51	13.01	13.35	13.50
10	10.04	10.11	11.03	11.10	11.17	11.21	12.05	12.11	12.15	12.20	12.45	12.59

Рассмотренный пример показал перспективность применения единого алгоритма планирования автотранспортных перевозок в транспортной логистике. Для активного использования в практической деятельности алгоритм должен быть дополнен, на наш взгляд, матрицей принятия решений, в которой будут отражены все возможные варианты корректировки полученного результата. Например:

- заключение соглашения с поставщиками или потребителями об изменении времени погрузки или разгрузки соответственно, в этом случае

корректировки маршрута не требуется;

- корректировка маршрутов, когда пункт из одного маршрута переносится в другой, где есть запас времени, с целью выполнения всех договорных обязательств. Выбирается тот пункт, перемещение которого вызовет наименьшее увеличение транспортной работы.
- использование дополнительного автомобиля на маршруте.

## Практическое занятие № 18-21

### ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА

#### Задача о назначениях

Цель работы – изучение метода Мака для решения задачи о назначениях.

#### 1. Теоретические сведения.

Рассмотрим конкретную задачу.

Пять человек с номерами  $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5$  способны выполнить пять заданий с номерами  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$ . В силу разной квалификации на выполнение этих заданий им потребуется различное время. Как следует распределить людей по заданиям, чтобы минимизировать время выполнения? Время выполнения (в часах) приведено в таблице

Таблица 1

Люди	Задания				
	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$
$M_1$	10	5	9	18	11
$M_2$	13	19	6	12	14
$M_3$	3	2	4	4	5
$M_4$	18	9	12	17	15
$M_5$	11	6	14	19	10

Пусть  $x_{ij}$  – участие  $i$ -го человека в выполнении  $i$ -го задание. Все величины  $x_{ij}$  - неотрицательны, и, поскольку каждый человек должен быть полностью задействован, а каждое задание полностью выполнено, величина  $x_{ij}$  должна удовлетворять следующим ограничениям:

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{15} = 1$$

$$\begin{aligned} & \dots\dots\dots \\ & x_{51} + x_{52} + \dots + x_{55} = 1 \\ & \\ & x_{11} + x_{21} + \dots + x_{51} = 1 \\ & \dots\dots\dots \\ & x_{15} + x_{25} + \dots + x_{55} = 1 \end{aligned}$$

При этих ограничениях минимизируется полное время

$$T = 10 \cdot x_{11} + 5 \cdot x_{12} + \dots + 10 \cdot x_{55}$$

Таким образом, это задача линейного программирования транспортного типа. Поскольку все суммы по строкам и по столбцам равны 1, она вырождена, так что алгоритм решения транспортной задачи применим, но неэффективен. Поскольку задача транспортная, в ее оптимальном решении (целочисленном) пять из величин  $x_{ij}$  будут равны 1, а остальные - 0. С другой стороны, в матрице времени размерностью 5 x 5 надо найти пять элементов — по одному в каждой строке и каждом столбце, таких, что сумма выбранных элементов минимальна.

Задача может быть обобщена для матриц размерностью  $n \times n$ . Для каждой такой матрицы задача состоит в выборе  $n$  элементов - по одному в каждой строке и по одному в каждом столбце, таких, что их сумма минимальна. Обозначим выбранные элементы  $x_{1i}, x_{2j}, \dots, x_{nt}$ , где  $i, j, \dots, t$  - некоторая перестановка элементов 1, 2, ...,  $n$ . Таких перестановок -  $n!$ , так что даже при минимальном количестве  $n$  решение полным перебором является недопустимо длинным.

До настоящего момента было предложено два метода решения задачи о назначениях. Оба метода основаны на том факте что положения оптимального выбора не меняются, если к каждому элементу некоторой строки или столбца добавить одно и то же значение или вычесть его.

Венгерский метод основан на некоторых довольно трудных и нетривиальных комбинаторных свойствах матриц. Его довольно трудно программировать; поэтому сообщим лишь о том, что описание соответствующей процедуры можно найти во многих монографиях по исследованию операций и по математическому программированию.

Метод Мака имеет преимущество более простого интуитивного обоснования. Это - логический процесс.. Этот метод основан на идее выбора в каждой строке минимального элемента. Вообще говоря, минимальные элементы строк не распределены по всем  $n$  столбцам матрицы. Здесь используется идея сложения (или вычитания) одного, и того же значения со всеми элементами строки или столбца, чтобы распределить минимальные элементы строк по столбцам (тогда они образуют оптимальный выбор).

*Метод Мака для задачи выбора*

Рассматривается задача выбора размерностью  $n \times n$ . Выберем по минимальному элементу в каждой строке. Подчеркнем каждый из этих минимальных элементов. Если в каждом столбце имеется ровно по одному подчеркнутому элементу, то подчеркнутые элементы - базис - определяют

оптимальный выбор.

*Начало*

Разделим множество столбцов на два множества  $A$  и  $A'$ ,  $A$  — выбранное множество,  $A'$  — невыбранное множество. В начале (и при последующих возвращениях к Началу) выбранных столбцов нет, так что множество  $A$  пусто, а множество  $A'$  содержит все столбцы.

*Шаг 1.* Выбрать из множества  $A'$  столбец, содержащий более одного подчеркнутого элемента. Перевести этот столбец из множества  $A'$  в множество  $A$ .

*Шаг 2.* Пусть элемент множества  $A$  из строки  $i$  равен  $b_i$ , а минимальный элемент множества  $A'$  из строки  $i$  равен  $a_i$ . Пусть  $\min_i (a_i - b_i) = a'_r - b_r$ .

*Шаг 3.* Увеличить все элементы множества  $A$  на  $a'_r - b_r$ .

*Шаг 4.* Отметить  $a'_r$  точками внизу. Теперь  $a'_r$  - "отмеченный точками элемент".

*Шаг 5.* Пусть  $C$  - столбец, содержащий  $a'_r$ . Если в  $C$  более двух подчеркнутых элементов, перевести  $C$  из множества  $A'$  в множество  $A$  и перейти к шагу 2. В противном случае перейти к следующему шагу.

Теперь можно подчеркнуть элементы в еще одном столбце.

*Шаг 6.* Подчеркнуть последний элемент  $a'_r$  полностью. Это - новый подчеркнутый элемент.

*Шаг 7.* Найти исходный подчеркнутый элемент в той же строке, что  $a'_r$ . Убрать подчеркивание. Обозначить столбец, в котором находится этот элемент,  $D$ .

*Шаг 8.* Если  $D$  не содержит других элементов, он должен содержать элемент, отмеченный точками. Обозначить этот элемент  $a'_r$  и вернуться к шагу 6.

Если  $D$  содержит еще один подчеркнутый элемент, то полностью подчеркнутые элементы образуют новый базис.

Если остался еще столбец без подчеркнутых элементов, вернуться к *Началу*.

Если в каждом столбце имеется подчеркнутый элемент, работа алгоритма закончена. Элементы, соответствующие оптимальному выбору, могут быть отмечены, и может быть вычислена соответствующая стоимость.

Вычисления могут быть сокращены, если на шаге 3 увеличить на  $a'_r - b_r$  только подчеркнутые элементы множества  $A$ , отложив до шага 8 увеличение остальных элементов множества  $A$ . В этом случае все оставшиеся элементы столбца увеличиваются на то же значение, на которое увеличились подчеркнутые элементы.

## **2. Порядок выполнения работы.**

1. Подготовить исходные данные к вводу в ЭВМ.
2. Решить задачу и оценить полученные результаты.

Варианты задач:

2.1 Ежедневно авиалиния осуществляет следующие перелёты между городами А и В:

№ полёта	Отправление из города А	Прибытие в город В	№ полёта	Отправление из города В	Прибытие в город А
1	9.00	11.00	11	8.00	10.00
2	10.00	12.00	12	9.00	11.00
3	15.00	17.00	13	14.00	16.00
4	19.00	21.00	14	20.00	22.00
5	20.00	22.00	15	21.00	21.00

Компания хочет организовать полёты «туда» и «обратно» так, чтобы минимизировать время простоя при условии, что каждому самолёту требуется по крайней мере 1 час для заправки.

Напишите расписание полётов, совершаемых каждым из самолётов.

Сколько требуется самолётов для полётов по заданному расписанию?

Вылет		Прибытие	
Город	Время	Город	Время
А	8.00	В	12.00
А	9.00	С	12.00
А	10.00	В	14.00
А	14.00	В	18.00
А	18.00	В	22.00
А	20.00	С	23.00
В	7.00	А	11.00
В	9.00	А	13.00
В	13.00	А	17.00
В	18.00	А	22.00
С	9.00	А	12.00
С	15.00	А	18.00

2.2 Решить задачу минимального выбора

4	6	9	7
13	10	14	14
9	9	16	13
12	10	12	10

2.3 В определённый день компания по перевозке грузов должна забрать пять грузов в точках А, В, С, Д, Е и доставить их пункты а, в, с, д, е. Расстояния в км между точками загрузки и пунктами назначения грузов приведены ниже:

А – а	В – в	С – с	Д – д	Е – е
60	30	100	50	40

Фирма располагает пятью грузовиками двух типов 1 2 в точках М, Н, О, П, Р. Типы грузовиков: 1 – в М, О, П; 2 – в Н, Р. Грузовики 1-го типа новее и экономичнее грузовиков типа 2, и стоимости перевозки на них ниже. Стоимости пробега одного км в рублях для грузовиков обоих типов приведены ниже:

Пустой	Загруженный	1	20	40
		2	30	60

Расстояния от стоянки грузовиков до места назначения приведены в таблице:

Стоянка грузовиков	Расстояние , км				
	А	В	С	Д	Е
М	30	20	40	10	20
Н	30	10	30	20	30
О	40	10	10	40	10
П	20	20	40	20	30
Р	30	20	10	30	40

Определите распределение по грузовикам, минимизирующее общую стоимость. Следует предположить, что все грузы имеют одинаковый размер и для них требуется одинаковый объём работ по упаковке, размещению и т.п.

### *Методика оптимизации кольцевых маршрутов.*

#### **Цель занятия:**

- раскрыть методику формирования и оптимизации кольцевых маршрутов для минимизации транспортных затрат<sup>1</sup>.

*Кольцевой маршрут* – маршрут движения автомобиля по замкнутому контуру, соединяющему несколько потребителей (поставщиков).

Различают развозочные, сборные и сборно-развозочные кольцевые маршруты.

---

<sup>1</sup>представлена методика из источника: Дроздов П.А.Юхно М.М.Оптимизация кольцевых маршрутов: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Логистика». – Минск, 2011

*Развозочным маршрутом* называется такой маршрут, при котором продукция загружается у одного поставщика и развозится не-скольким потребителям.

*Сборный маршрут* – это маршрут движения, когда продукция получается у нескольких поставщиков и доставляется одному потребителю.

*Сборно-развозочный маршрут* представляет собой сочетание первых двух.

### Методы оптимизации кольцевых маршрутов

Решение подобных задач рассмотрим на следующем примере развозки товаров. В соответствии с заказами потребителей городская овощная база обязуется 02.09.2015 г. обеспечить доставку овощей и фруктов согласно схеме представленной на рисунке 1. При этом известно, что удовлетворение потребностей соответствующих потребителей, которые отражены в таблице 1, будут осуществляться посредством автотранспорта грузоподъемностью 4 тонны. Требуется найти  $m$  замкнутых путей  $l_1, l_2, \dots, l_k, \dots, l_m$  из единственной общей точки  $K$ , чтобы выполнялось следующее условие:

$$\sum_{k=1}^m l_k \longrightarrow \min$$

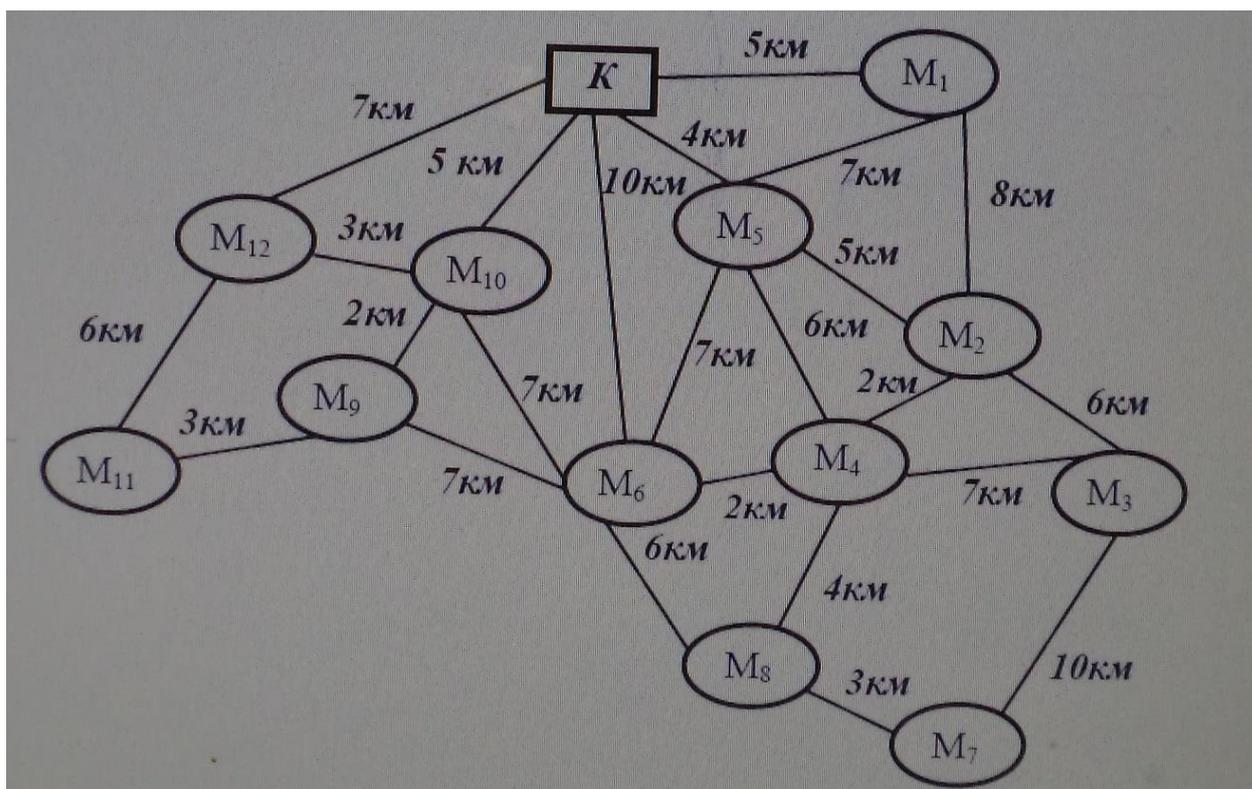


Рис. 1. – Схема взаимного размещения овощной базы и потребителей  
K – овощная база; M<sub>1</sub>– M<sub>12</sub> – потребители

Таблица 1 – Потребности заказчиков в овощах и фруктах

Пункты назначения	Потребность, тонн	Пункты назначения	Потребность, тонн
M <sub>1</sub>	1	M <sub>7</sub>	1
M <sub>2</sub>	2	M <sub>8</sub>	2
M <sub>3</sub>	2	M <sub>9</sub>	1

M <sub>4</sub>	3	M <sub>10</sub>	2
M <sub>5</sub>	2	M <sub>11</sub>	1
M <sub>6</sub>	1	M <sub>12</sub>	2

Существует несколько методов решения подобных задач: математического моделирования, графический и комбинированный. Рассмотрим их подробнее.

### I. Алгоритм реализации метода математического моделирования.

1. Строится кратчайшая сеть, связующая товарную базу и все пункты назначения без замкнутых контуров, начиная с пункта, который отстоит на минимальном расстоянии от товарной базы (в нашем случае это пункт M<sub>5</sub>) (рисунок 2). Далее сеть строится таким образом, чтобы совокупный путь, соединяющий все пункты назначения и товарную базу (овощную базу К), был минимальным.

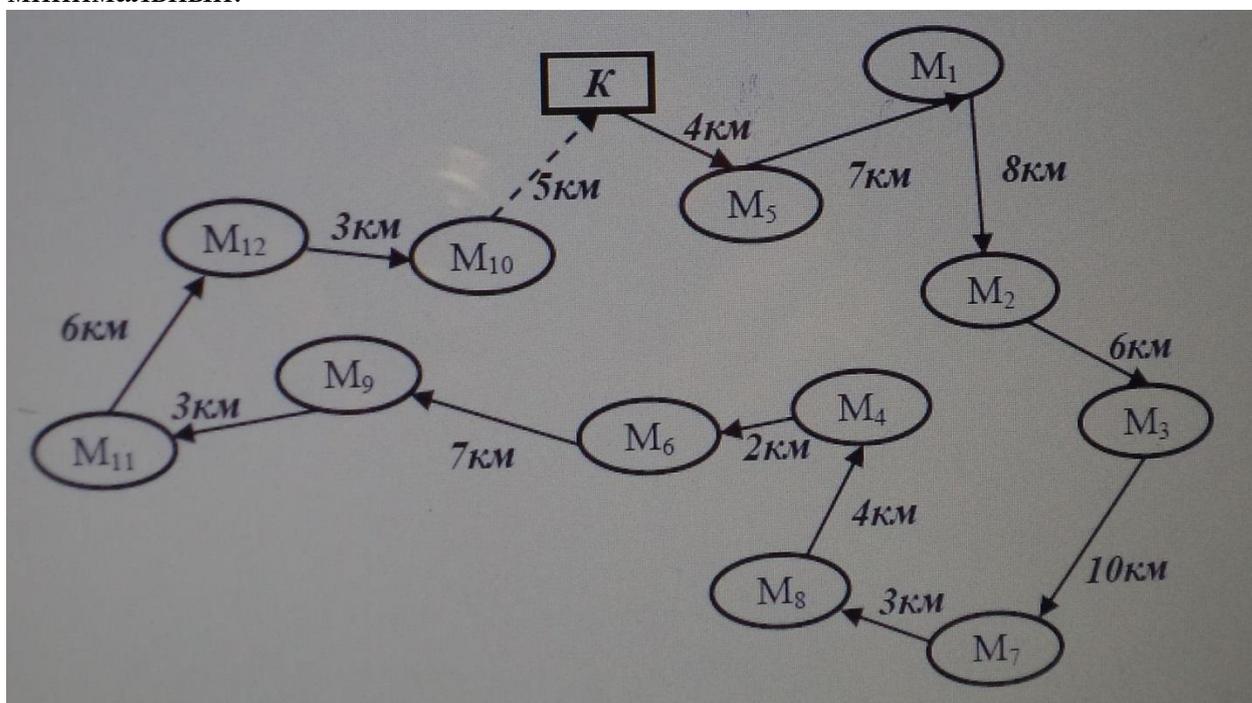


Рисунок 2. – Кратчайшая сеть, связующая овощную базу и пункты назначения

2. Затем по каждой ветви сети, начиная с пункта, наиболее удаленного от товарной базы К (считая по кратчайшей связующей сети – это пункт M<sub>10</sub>), группируются пункты на маршруты с учетом количества ввозимого груза и грузоподъемности (вместимости) развозочного автотранспорта. При этом сумма грузов по группируемым пунктам маршрута должна быть равной или немного меньше грузоподъемности автомобиля, а общее число автомобилей – минимально необходимым (таблица 2).

Таблица 2 – Предварительные маршруты объезда пунктов назначения

1	M <sub>10</sub>	2
	M <sub>12</sub>	2
		Итого 4
2	M <sub>11</sub>	1
	M <sub>9</sub>	1
	M <sub>6</sub>	1
	M <sub>4</sub>	1
		Итого 4
3	M <sub>4</sub>	2
	M <sub>8</sub>	2
		Итого 4
4	M <sub>7</sub>	1
	M <sub>3</sub>	2
	M <sub>2</sub>	1
		Итого 4
5	M <sub>2</sub>	1
	M <sub>1</sub>	1
	M <sub>5</sub>	2
		Итого 4

3. Определяется рациональный порядок объезда пунктов каждого маршрута (на примере предварительного маршрута № 2). Для этого строится таблица-матрица, в которой по диагонали размещаются пункты, включаемые в маршрут, и начальный пункт К, а в соответствующих клетках – кратчайшее расстояние между ними согласно рисунку 1 (таблица 3).

Таблица 3 – Таблица-матрица предварительного маршрута № 2

Номер строки	К	10	7	10	10
1	10	M <sub>11</sub>	3	10	12
2	7	3	M <sub>9</sub>	7	9
3	10	10	7	M <sub>6</sub>	2
4	10	12	9	2	M <sub>4</sub>
Сумма	37	35	26	29	33

Начальный маршрут строим для трех пунктов матрицы, имеющих наибольшие размеры сумм, показанных в строке (37; 35; 33), то есть пункты К, M<sub>11</sub>, M<sub>4</sub>. Для включения последующих пунктов выбираем из оставшихся пункт, имеющий наибольшую сумму – это пункт M<sub>6</sub> (сумма 29), и определяем, между какими парами пунктов его следует включить – К и M<sub>11</sub>, M<sub>11</sub> и M<sub>4</sub>, M<sub>4</sub> и К. Чтобы это решить, для каждой пары пунктов необходимо найти размер приращения маршрута по следующей формуле:

$$\Delta = C_{ki} + C_{ip} - C_{kp}$$

где  $C$  – расстояние, км;

$i$  – индекс включаемого пункта;

$k$  – индекс первого пункта из пары;

$p$  – индекс второго пункта из пары.

При включении пункта М6 между первой парой пунктов К и М11 определяем размер приращения  $\Delta KM_{11}$  при условии, что  $i - M_6, k - K, p - M_{11}$ .

Получаем:

$$\Delta KM_{11} = C_{M_6K} + C_{M_6M_{11}} - C_{KM_{11}} = 10 + 10 - 10 = 10 \text{ км}$$

Таким же образом определяем приращения  $\Delta M_{11}M_4 = 0$ ;  $\Delta M_4K = 2$ . Так как  $\Delta M_{11}M_4 = \min$ , следовательно, пункт М6 должен располагаться между пунктами М11 и М4 (К-М11-М6-М4-К). Используя этот метод, определяем, между какими пунктами должны располагаться пункт М9. После проведенных расчетов получаем следующий порядок объезда пунктов-потребителей предварительного маршрута № 2: К-М9-М11-М6-М4-К.

Важно подчеркнуть, что движение по полученному кольцевому маршруту можно осуществлять в двух направлениях: начиная обслуживание с пункта М9 или с пункта М4. Пути движения в обоих направлениях будут равны между собой (32 км), однако различными будут транспортные работы. Так, транспортная работа для направления движения с начальным пунктом М9 будет равна 59 т·км ( $7\text{км} \cdot 4\text{т} + 3\text{км} \cdot 3\text{т} + 10\text{км} \cdot 2\text{т} + 2\text{км} \cdot 1\text{т}$ ), тогда как для направления движения с начальным пунктом М4 – соответственно 63 т·км ( $10 \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 7 \cdot 2 + 3 \cdot 1$ ) (см. рисунок 1). Следовательно, более рациональным будет направление движения по маршруту с начальным пунктом М9, так как при этом будет проделана меньшая транспортная работа.

Аналогичные расчеты проводятся для оставшихся предварительных маршрутов № 1, № 3, № 4 и № 5.

4. Составляется сводная маршрутная ведомость (таблица 4).

Таблица 4 – Сводная маршрутная ведомость

№ маршрута	Последовательность выполнения маршрута	Расшифровка	Протяженность пути движения на маршруте, км
1	К → М10 → М12 → К	К – овощная база М10 – магазин № 10 М12 – магазин № 12	15
2	К → М9 → М11 → М6 → М4 → К	К – овощная база М9 – магазин № 9 М11 – магазин № 11 М6 – магазин № 6 М4 – магазин № 4	32
3	К → М4 → М8 → К	К – овощная база М4 – магазин № 4 М8 – магазин № 8	28
4	К → М2 → М3 → М7 → К	К – овощная база М2 – магазин № 2 М3 – магазин № 3 М7 – магазин № 7	42
5	К → М5 → М2 → М1 → К	К – овощная база М5 – магазин № 5 М2 – магазин № 2 М1 – магазин № 1	22

Анализ таблицы 4 показывает, что совокупный пробег на пяти маршрутах в соответствии с проведенными оптимизационными расчетами согласно методу математического моделирования составляет 139 км.

### **Алгоритм применения метода математического моделирования с использованием GPS-навигатора**

1. С помощью GPS-навигатора строится кратчайшая сеть, связующая товарную базу и все пункты назначения без замкнутых контуров. Для этого на электронную карту местности навигатора наносятся путевые точки (пункты назначения, начиная с товарной базы). С помощью функциональных возможностей GPS-навигатора определяется кратчайший путь, связывающий все точки, начиная с товарной базы.

2. Формируются предварительные маршруты. При этом во внимание принимается кратчайшая сеть, полученная с помощью GPS-навигатора. Для этого по каждой ветви сети, начиная с пункта, наиболее удаленного от товарной базы группируются пункты на маршруты с учетом количества ввозимого груза и грузоподъемности (вместимости) развозочного автотранспорта. При этом сумма грузов по группируемым пунктам маршрута должна быть равной или немного меньше грузоподъемности автомобиля, а общее число автомобилей – минимально необходимым.

3. Определяются оптимальные кольцевые маршруты по обслуживанию точек потребления каждого предварительного маршрута. Для этого на электронную карту местности навигатора наносятся путевые точки предварительного маршрута (пункты назначения предварительного маршрута, начиная с товарной базы). С помощью функциональных возможностей GPS-навигатора определяется кратчайший путь, связывающий все точки соответствующего предварительного маршрута, начиная с товарной базы.

4. По критерию минимума транспортной работы определяются рациональные направления движения по полученным кольцевым маршрутам согласно п. 3 алгоритма.

### **II. Алгоритм графического метода оптимизации кольцевых маршрутов**

1. На тетрадном листе «в клетку», на котором отмечены координатные оси, строится карта-схема реальной зоны обслуживания с нанесением в масштабе точек-потребителей и товарной базы (масштаб карты: 1 клетка = 1 км<sup>2</sup>). Вертикальные и горизонтальные линии сетки представляют собой дороги, которые могут быть использованы для поездок из одного пункта в любой другой пункт на карте. При этом движение транспорта осуществляется только по горизонтальным или вертикальным линиям сетки (исключается движение по диагоналям клеточек).

2. Осуществляется группировка пунктов-потребителей на маршруты с учетом их потребностей и грузоподъемности автомобильного транспорта, участвующего в грузоперевозке. При этом используется алгоритм Свира или другими словами эффект дворника-стеклоочистителя. Воображаемым лучом, исходящим из товарной базы (в нашем примере, точка К) и постепенно вращающимся по или (и) против часовой стрелке, начинаем «стирать» с координатного поля изображенных на нем потребителей. Как только сумма потребностей «стертых» потребителей достигает грузоподъемности (вместимости) автомобиля, фиксируется сектор, обслуживаемый одним кольцевым маршрутом, и намечается путь объезда потребителей. Аналогичным образом формируются маршруты для оставшихся потребителей.

Следует отметить, что данный метод дает точные результаты лишь в том случае, когда зона обслуживания имеет разветвленную сеть дорог, а также когда расстояния между узлами транспортной сети по существующим дорогам прямо пропорционально расстоянию по прямой.

**III. Алгоритм комбинированного метода** рассмотрим на примере развозки товара согласно условию вышепредставленной задачи (см. рисунок 1 и таблицу 1). Заметим, что применение комбинированного метода, также как и графического, предполагает наличие карты-схемы реальной зоны обслуживания с соблюдением масштаба.

1. Используя эффект дворника-стеклоочистителя (графический метод), осуществляется группировка пунктов-потребителей на маршруты с учетом их потребностей и грузоподъемности (вместимости) автомобильного транспорта, участвующего в грузоперевозке (рисунок 3). При этом воображаемый луч вращается как по часовой, так и против часовой стрелки. В результате составляется таблица предварительных маршрутов объезда пунктов назначения (таблица 5).

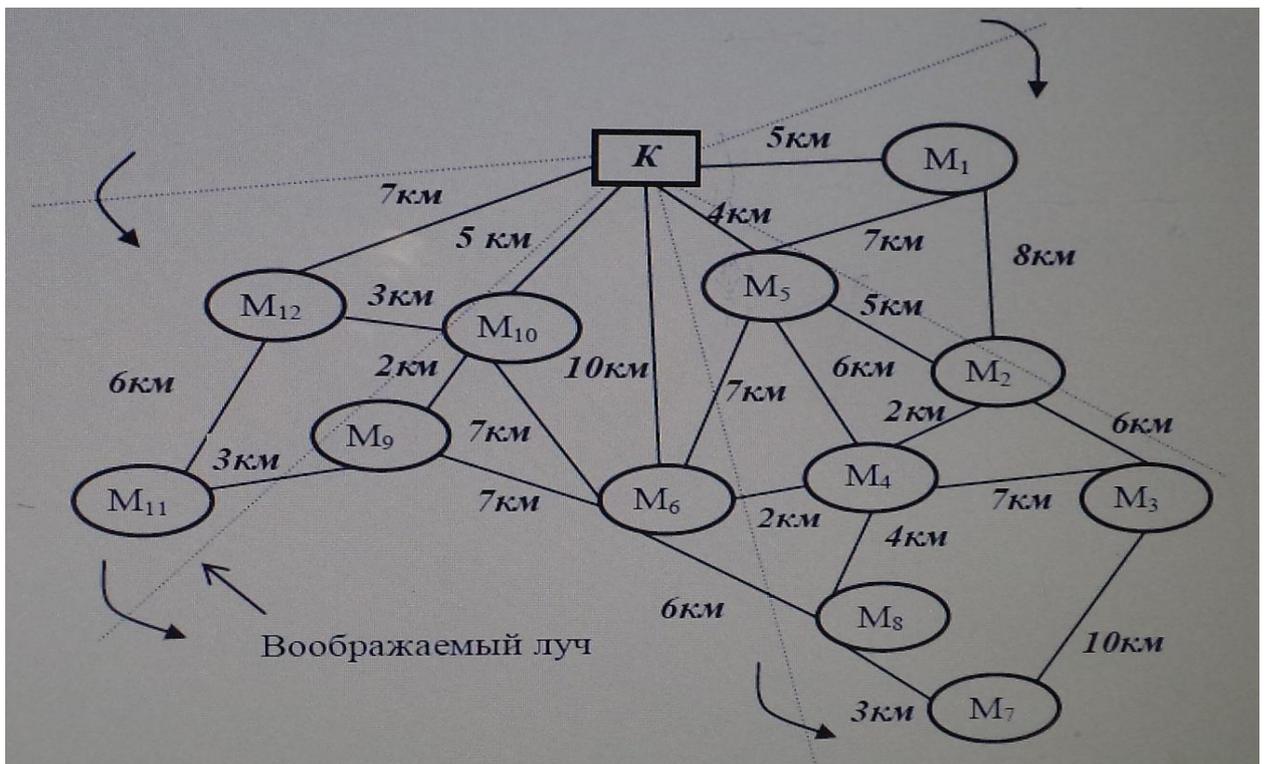


Рисунок 3 – Группировка потребителей на маршруты согласно эффекту дворника-стеклоочистителя: К – овощная база; М<sub>1</sub>– М<sub>12</sub> – потребители

Таблица 5 – Предварительные маршруты объезда пунктов назначения

№ предварительного маршрута	Пункты назначения	Потребность в продукции, тонн
Вращение луча по часовой стрелке		
1	М <sub>1</sub>	1
	М <sub>2</sub>	2
	М <sub>5</sub>	1
		Итого: 4
Вращение луча против часовой стрелки		
2	М <sub>12</sub>	2
	М <sub>11</sub>	1
	М <sub>9</sub>	1
		Итого: 4
3	М <sub>10</sub>	2
	М <sub>6</sub>	1
	М <sub>5</sub>	1
		Итого: 4
4	М <sub>8</sub>	2
	М <sub>7</sub>	1
	М <sub>4</sub>	1
		Итого: 4
5	М <sub>4</sub>	2
	М <sub>3</sub>	2
		Итого: 4

2. Определяется рациональный порядок объезда пунктов каждого маршрута в соответствии с третьим и четвертым пунктами алгоритма метода математического моделирования.

3. Составляется сводная маршрутная ведомость (таблица 6).

Таблица 6 – Сводная маршрутная ведомость

№ маршрута	Последовательность выполнения маршрута	Расшифровка	Протяженность пути движения на маршруте, км
1	К → М5 → М2 → М1 → К	К – овощная база М5 – магазин № 5 М2 – магазин № 2 М1 – магазин № 1	22
2	К → М12 → М11 → М9 → К	К – овощная база М12 – магазин № 12 М11 – магазин № 11 М9 – магазин № 9	23
3	К → М10 → М6 → М5 → К	К – овощная база М10 – магазин № 10 М6 – магазин № 6 М5 – магазин № 5	23
4	К → М4 → М8 → М7 → К	К – овощная база М4 – магазин № 4 М8 – магазин № 8 М7 – магазин № 7	34
5	К → М4 → М3 → К	К – овощная база М4 – магазин № 4 М3 – магазин № 3	33

Таким образом, совокупный пробег пяти автомобилей на пяти маршрутах в соответствии с проведенными оптимизационными расчетами согласно комбинированному методу составляет 135 км, что на 4 км или 3 % меньше по сравнению с методом математического моделирования.

### **Алгоритм применения комбинированного метода с использованием GPS-навигатора**

1. Формируются предварительные маршруты. При этом придерживаются первого пункта алгоритма комбинированного метода.

2. Определяются оптимальные кольцевые маршруты по обслуживанию точек потребления каждого предварительного маршрута. Для этого на электронную карту местности навигатора наносятся путевые точки предварительного маршрута (пункты назначения предварительного маршрута, начиная с товарной базы). С помощью функциональных возможностей GPS-навигатора определяется кратчайший путь, связывающий все точки соответствующего предварительного маршрута, начиная с товарной базы.

3. По критерию минимума транспортной работы определяются рациональные направления движения по полученным кольцевым маршрутам согласно п. 3 алгоритма.

Анализ представленных выше методов оптимизации кольцевых маршрутов позволяет сделать следующие выводы и предложения:

1. Ни один из методов не дает гарантированно правильного (оптимального) решения производственных задач характеризующихся одновременно большим числом (более 10–15) пунктов назначения, хорошо развитой дорожной инфраструктурой и когда потребности отдельных пунктов назначения таковы, что для полного их обслуживания необходимо, чтобы через них проходило несколько транспортных средств.

2. Метод математического моделирования в большинстве случаев позволяет получить оптимальный результат, если число пунктов назначения не превышает 10. При этом его необходимо применять, если грузоподъемность (вместимость) автомобиля позволяет удовлетворить потребности всех пунктов назначения (независимо от их числа) за один оборот.

3. При решении задач оптимизации кольцевых маршрутов с большим числом пунктов назначения (более 15) и хорошо развитой дорожной инфраструктурой предпочтение следует отдавать комбинированному методу, так как он лишен недостатков графического метода.

4. С целью снижения трудоемкости проведения оптимизации кольцевых маршрутов необходимо активно внедрять в практику хозяйственной деятельности GPS-навигаторы.

### **Деловая игра «Выбор и оптимизация загрузки транспортных средств»**

**Цель** –научиться на практике применять методику оптимизации кольцевых маршрутов.

Деловая игра «Выбор и оптимизация загрузки транспортных средств» проводится после предварительного знакомства с материалами игры (см. раздел 7 Методических рекомендаций для самостоятельных занятий). На практическом занятии обучающимся необходимо объединиться в мини-группы по 3-4 человека для формирования плана доставки овощей и фруктов в магазины. Деловая игра начинается на практическом занятии, а затем самостоятельно завершается студентами. Полученные результаты оформляются каждой группой в виде отчета.

### ***Оптимизация расстояния перевозок грузов***

#### ***Цель занятия:***

- раскрыть методику оптимизации транспортных затрат путем решения транспортных задач в сетевой форме и методом потенциалов.

### Пример 1.

Имеются 4 пункта потребления и 3 пункта производства. Стоимость транспортных услуг и потребность в продукции представлены в таблице 1.

Таблица 1- Исходные данные транспортной задачи

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
P <sub>1</sub>	C <sub>11</sub> =1 X <sub>1</sub>	C <sub>12</sub> =2 X <sub>2</sub>	C <sub>13</sub> =3 X <sub>3</sub>	C <sub>14</sub> =4 X <sub>4</sub>	6
P <sub>2</sub>	C <sub>21</sub> =4 X <sub>5</sub>	C <sub>22</sub> =3 X <sub>6</sub>	C <sub>23</sub> =2 X <sub>7</sub>	C <sub>24</sub> =0 X <sub>8</sub>	8
P <sub>3</sub>	C <sub>31</sub> =0 X <sub>9</sub>	C <sub>32</sub> =2 X <sub>10</sub>	C <sub>33</sub> =2 X <sub>11</sub>	C <sub>34</sub> =1 X <sub>12</sub>	10
Фонды потребителей	4	6	8	6	24

*Решим задачу симплекс-методом.*

Запишем ограничения модели:

1. Продукция, отправляемая из каждого пункта производства, не должна превышать ее количества, имеющегося в наличии.

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 6.$$

$$X_5 + X_6 + X_7 + X_8 = 8.$$

$$X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 10.$$

2. Продукция, поступающая в каждый пункт потребления, должна удовлетворять потребности в ней.

$$X_1 + X_5 + X_9 = 4.$$

$$X_3 + X_7 + X_{11} = 8.$$

$$X_2 + X_6 + X_{10} = 6.$$

$$X_4 + X_8 + X_{12} = 6.$$

Требуется определить наименьшую сумму транспортных издержек:

$$F(x) = X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 + 4X_5 + 3X_6 + 2X_7 + 2X_{10} + 2X_{11} + X_{12} \rightarrow \min.$$

Решение транспортной задачи симплекс-методом основано на отыскании базисных переменных. Выразим базисные переменные:

$$X_1 = 6 - X_2 - X_3 - X_4. \quad X_{10} = -2 - X_2 + X_5 + X_7 + X_8. \quad (1)$$

$$X_6 = 8 - X_5 - X_7 - X_8. \quad X_{11} = 8 - X_3 - X_7. \quad (2)$$

$$X_{12} = 6 - X_4 - X_8. \quad X_9 = -2 + X_2 + X_3 + X_4 - X_5. \quad (3)$$

Получено 6 уравнений, следовательно, должно быть шесть базисных неизвестных, которые и найдем из каждого уравнения.

Базисные переменные  $X_1, X_6, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}$ , а свободные -  $X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8$ .

Выразим через свободные члены целевую функцию:

$$F(x) = 6 - X_2 - X_3 - X_4 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 + 4X_5 + 24 - 3X_5 - 3X_7 - 3X_8 + 2X_7 - 4 - 2X_2 + 2X_5 + 2X_8 + 2X_7 + 16 - 2X_3 - 2X_7 + 6 - X_4 - X_8 = 48 - X_2 + 2X_4 + 3X_5 - X_7 - 2X_8.$$

Так как при решении задач на минимум в целевой функции должны быть только положительные элементы, то заменим базисный член  $X_6$  на свободный  $X_7$ .

$$\text{Получим } X_7 = 8 - X_5 - X_8 - X_6. \quad (4)$$

Запишем новую целевую функцию:

$$F(x) = 48 - X_2 + 2X_4 + 3X_5 - 8 + X_5 + X_8 + X_6 - 2X_8 = 40 - X_2 + 2X_4 + 4X_5 - X_8 + X_6.$$

Заменим базисный член  $X_{12}$  на свободный  $X_8$ .

$$\text{Получим } X_8 = 6 - X_4 - X_{12}. \quad (5)$$

Запишем новую целевую функцию:

$$F(x) = 34 - X_2 + 3X_4 + X_{12} + 4X_5 + X_6.$$

Заменим базисный член  $X_1$  на свободный  $X_2$ .

$$\text{Получим } X_2 = 6 - X_3 - X_4 - X_1; \quad (6)$$

$$F(x) = 28 + X_3 + 4X_4 + X_1 + X_{12} + 4X_5 + X_6.$$

Следовательно, мы получили базисные переменные  $X_2, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}$ ; свободные -  $X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_{12}$ .

Приравняем свободные члены к нулю и найдем базисные переменные:

Если  $X_1 = 0; X_3 = 0; X_4 = 0; X_5 = 0; X_6 = 0; X_{12} = 0$ , то из уравнений (1), (2), (3), (4), (5), (6) получим  $X_2 = 6; X_7 = 2; X_8 = 6; X_9 = 4; X_{10} = 0; X_{11} = 6$ .  $F(x) = 28$

Запишем в таблицу результат решения задачи:

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
P <sub>1</sub>	1 <b>6</b>	2	3	4	6
P <sub>2</sub>	4	3 <b>2</b>	2 <b>6</b>	0	8
P <sub>3</sub>	0 <b>4</b>	2 <b>6</b>	2	1	10
Фонды потребителей	4	6	8	6	24

**Решим данную задачу методом потенциалов.**

Потенциалами называется система чисел, приписанных, соответственно, каждой строке  $i$  ( $u_i$ ) и каждому столбцу  $j$  ( $v_j$ ).

Потенциал ( $u_i$ ), который устанавливается для каждой строки, можно условно принять за цену продукта в пункте его производства, потенциал ( $v_j$ ), который устанавливается для каждого столбца можно условно принять за цену продукта в пункте потребления.

В простейшем случае цена продукта в пункте потребления равна цене продукта в пункте производства плюс транспортные расходы на его перевозку ( $c_{ij}$ ).

$$u_i + c_{ij} = v_j; \quad u_i = v_j - c_{ij}.$$

**Шаг 1.** Построение первоначального плана методом «наименьшей стоимости» (по строкам или столбцам) или методом «северо-западного угла».

В первую очередь следует рассматривать строки (столбцы) с максимальными объемами производства (потребления). Искомой строкой

является третья равная 10 т. В этой строке наименьшая стоимость перевозки находится на пересечении строки с первым столбцом и равна нулю. Поэтому есть возможность полностью удовлетворить потребность первого потребителя, равную 4 т, причем у третьего поставщика останется еще 6 т ( $10т - 4т$ ) продукции.

Следующей по объему ресурсов является вторая строка (8т) и наименьшая стоимость перевозки находится в 4-ом столбце. Следовательно, можно полностью удовлетворить потребность четвертого потребителя (6т), а у поставщика останется 2т продукции. Аналогично распределяем продукцию первого поставщика. Минимальные затраты на перевозку имеет первый пункт потребления, который уже не нуждается в поставках. Следовательно, мы можем удовлетворить второго потребителя полностью и т.д.

Запишем полученные данные в таблицу:

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
P <sub>1</sub>	1 <b>6</b>	2	3	4	6
P <sub>2</sub>	4	3 <b>2</b>	2	0	8
P <sub>3</sub>	0	2	2	1	10
Фонды потребителей	<b>4</b> 4	6	8	6	24

Первоначально составленный план перевозок должен удовлетворять условию: оптимальное решение транспортной задачи то, в котором число перевозок не превышает  $i + j - 1$ . В нашем примере  $i = 3; j = 4 \Rightarrow 3 + 4 - 1 = 6$ .

Так как число перевозок (выделено жирными цифрами в левом нижнем углу квадрата) в полученном плане 5, то условие выполняется.

**Шаг 2.** Построение системы потенциалов, которое начинают с того, что строке 1 присваивают ноль, т.е. принимают условную цену продукта в первом пункте производства равной нулю ( $u_1 = 0$ ). Продукт направляют второму потребителю. Следовательно, условная цена во втором пункте потребления составит  $v_2 = u_1 + c_{12} = 0 + 2 = 2$ .

Находим цену в третьем пункте производства

$$u_3 = v_2 - c_{33} = 2 - 2 = 0.$$

Находим цену продукта в пунктах потребления 1, 3.

$$v_1 = u_3 + c_{31} = 0 + 0 = 0,$$

$$v_3 = u_3 + c_{33} = 0 + 2 = 2.$$

Находим цену производства во втором пункте

$$u_2 = v_3 - c_{23} = 2 - 2 = 0.$$

Находим цену продукта в 4 пункте потребления

$$v_4 = u_2 + c_{24} = 0 + 0 = 0.$$

**Шаг 3.** Проверка первоначального плана на оптимальность, исходя из принципа, что при любом его изменении, т.е. при перестановке перевозок в

свободные квадраты, условная цена в пунктах потребления не должна быть меньше, чем в принятом нами плане, т.е.

$$u_i + c_{ij} \geq v_j.$$

Осуществим проверку для свободных квадратов:

$$u_1 + c_{11} = 0 + 1 = 1 > v_1 = 0, \quad u_2 + c_{22} = 0 + 3 = 3 > v_2 = 2$$

$$u_1 + c_{13} = 0 + 3 = 3 > v_3 = 2, \quad u_3 + c_{32} = 0 + 2 = 2 > v_2 = 2$$

$$u_1 + c_{14} = 0 + 4 = 4 > v_4 = 0, \quad u_3 + c_{34} = 0 + 1 = 1 > v_4 = 0$$

$$u_2 + c_{21} = 0 + 4 = 4 > v_1 = 0,$$

Условие оптимальности выполняется для всех квадратов.

Затраты на транспортировку составят  $4 \cdot 0 + 6 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 6 \cdot 0 = 28$ .

Если условие оптимальности не выполняется, то переходят к шагу 4.

**Шаг 4.** Оптимизация плана. Тот квадрат, в котором не выполняется условие оптимальности, помечают точкой. Затем проводят замкнутую ломаную линию, одна из вершин которой соединена с точкой, а остальные находятся в занятых (перевозками) квадратах. Начиная с квадрата, в котором стоит точка, поочередно по часовой стрелке присваиваем квадратам с вершинами «+» и «-». Из квадрата со знаком «-» выбираем наименьшее количество продукта и перемещаем его в квадрат со знаком «+».

Если план не является оптимальным одновременно для нескольких квадратов, то, в первую очередь, производится перемещение перевозок в тот квадрат, в котором условие оптимальности нарушено больше, чем во всех остальных. Для нового плана вычисляем значения потенциалов и проверяем новый вариант на оптимальность.

### **Оптимизация расстояния перевозок грузов с использованием электронной таблицы**

**Пример.1** Решите транспортную задачу (табл.1), используя электронную таблицу.

Таблица 1 – Исходные данные для решения транспортной задачи

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
P <sub>1</sub>	4	7	2	3	30
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	
P <sub>2</sub>	3	1	2	4	190
	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	
P <sub>3</sub>	5	6	3	7	250
	x <sub>9</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	
Фонды потребителей	70	120	150	130	470

**Решение:**

Для того, чтобы решить задачу в электронной таблице, необходимо произвести надстройку пакета программ, установив вкладку «Поиск решения» (Файл- параметры- надстройка – надстройки Электронной таблице (перейти) – поиск решения).

Алгоритм решения.

1. Формализуем задачу, записав систему ограничений и целевую функцию.

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 30$$

$$X_5 + X_6 + X_7 + X_8 = 190$$

$$X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 250$$

$$X_1 + X_5 + X_9 = 70$$

$$X_2 + X_6 + X_{10} = 120$$

$$X_3 + X_7 + X_{11} = 150$$

$$X_4 + X_8 + X_{12} = 130$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12} \geq 0$$

$$F(X) = 4X_1 + 7X_2 + 2X_3 + 3X_4 + 3X_5 + X_6 + 2X_7 + 4X_8 + 5X_9 + 6X_{10} + 3X_{11} + 7X_{12}$$

→ min

2. В электронную таблицу в столбец А заносим все значения X.

3. В столбце В программа будет напротив значений X подбирать решения. Поэтому для того, чтобы записать целевую функцию, используем при наборе формулы ссылки на ячейки в столбце В. Так, целевая функция будет иметь вид:

$$=4*B1+7*B2+2*B3+3*B4+3*B5+B6+2*B7+4*B8+5*B9+6*B10+3*B11+7*B12$$

4. Записываем ограничения:

=B1+B2+B3+B4	=	30
=B5+B6+B7+B8	=	190
=B9+B10+B11+B12	=	250
=B1+B5+B9	=	70
=B2+B6+B10	=	120
=B3+B7+B11	=	150
=B4+B8+B12	=	130

5. Открываем вкладку «Данные» - «Поиск решения»

6. В открывшемся окне заполняем поля:

- Целевая функция \$B\$14
- Устанавливаем переключатель на «минимум»
- В поле ввода «Изменяя ячейки переменных» \$B\$1:\$B\$12
- Нажимаем кнопку «Добавить». В поле ввода «ссылка на ячейку» - вводим ячейки с записанными ограничениями \$B\$15.
- Правее в ниспадающем списке с условными операторами выбираем «=>».
- В поле ввода ограничения вводим \$D\$15.



	A	B	C	D	E
1	x1	0			
2	x2	0			
3	x3	0			
4	x4	30			
5	x5	0			
6	x6	120			
7	x7	0			
8	x8	70			
9	x9	70			
10	x10	0			
11	x11	150			
12	x12	30			
13					
14	F(x)	1500			
15		30 =		30	
16		190 =		190	
17		250 =		250	
18		70 =		70	
19		120 =		120	
20		150 =		150	
21		130 =		130	
22					

Рис.2

Таблица 2 – План оптимального распределения груза

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	
P <sub>1</sub>	4	7	2	3	30
P <sub>2</sub>	3	1	2	4	190
P <sub>3</sub>	5	6	3	7	250
Фонды потребителей	70	120	150	130	470

**Пример 2.** На рис. 4 представлена сеть с 11 вершинами и 18 звеньями. В каждом звене поставлено число, характеризующее расстояние  $c_{ij}$  между соседними вершинами, соединенными данным звеном. В круглых скобках против каждой вершины отмечены размеры ресурсов со знаком «+» и потребности со знаком «-». Необходимо распределить грузопотоки таким образом, чтобы минимизировать расстояние перевозок продукции. Решим задачу, сформулированную в сетевой форме без ограничения пропускной способности.

**Решение:**

**Шаг 1.** Составляем исходный план, при котором все ресурсы поставщиков должны быть распределены между соответствующими потребителями.

Стрелками показывают направления грузопотоков, а цифрами над ними – количество перевозимой продукции (рис.5).

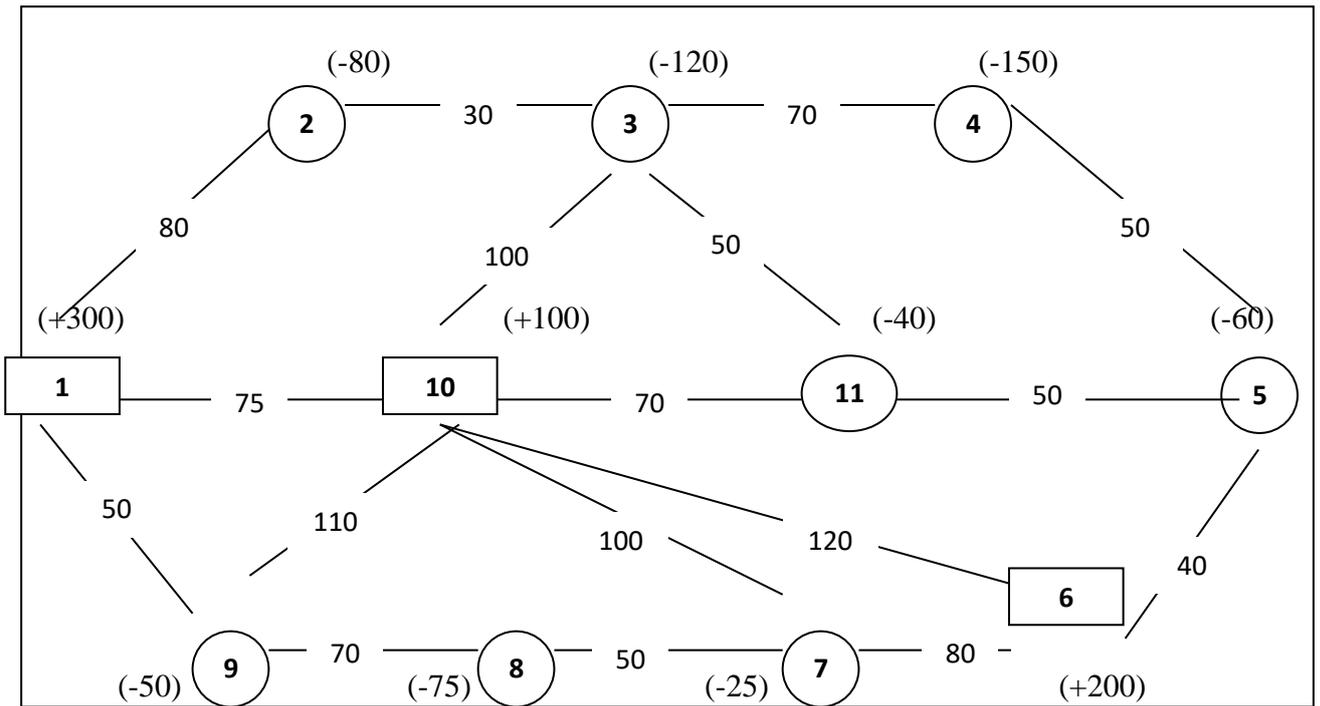


Рис.4. Исходные данные для решения транспортной задачи

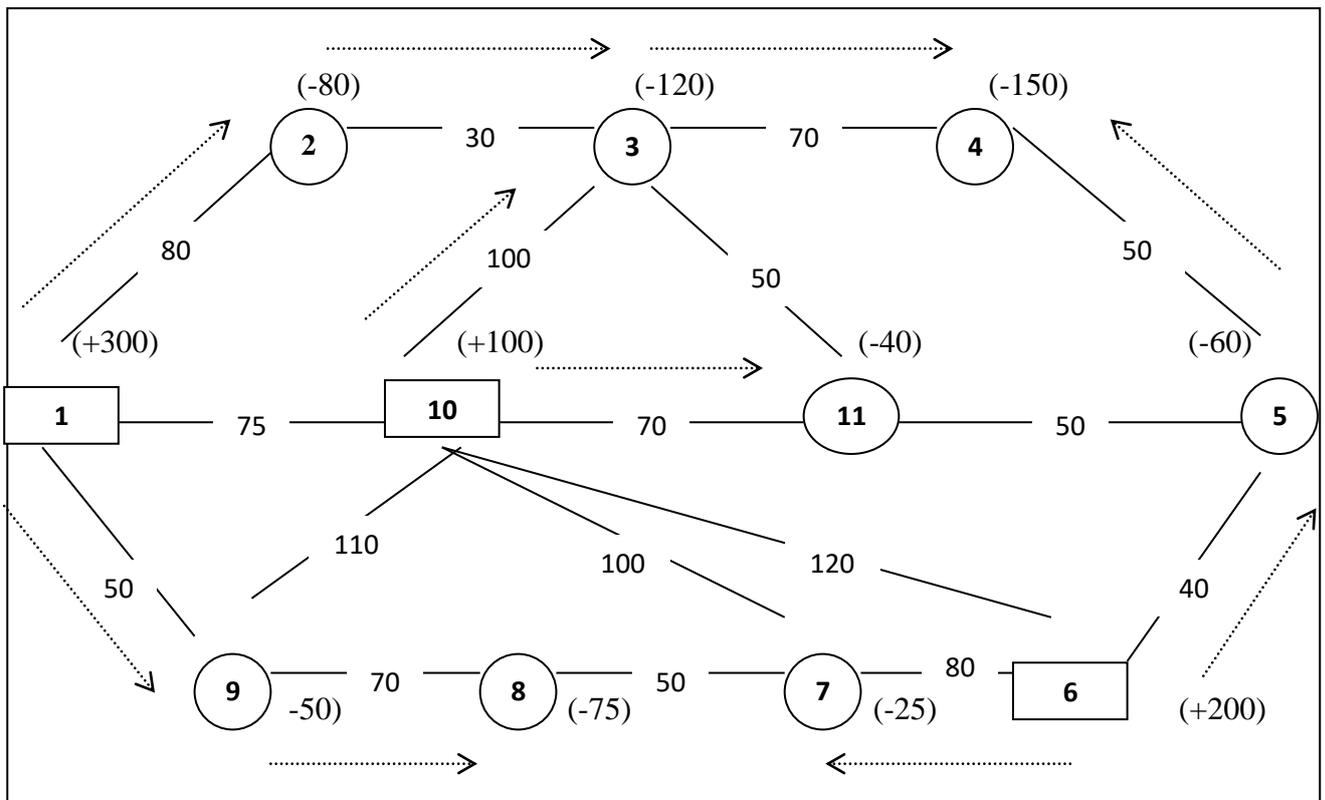


Рис.5. Направления грузопотоков плана

**Шаг 2.** Присваиваем каждой вершине потенциалы, начиная с первой. Потенциал – это любое произвольное число, которое по размеру больше, чем максимальное расстояние между двумя вершинами (в нашем примере – больше 120).

Допустим, число 200. Затем приступаем к присвоению потенциалов остальным вершинам, придерживаясь следующего правила: при продвижении по дугам в направлении следования грузопотоков к потенциалу предыдущей вершины прибавляем длину звена (расстояние между вершинами), а при движении по дугам против потока эту длину из потенциала предыдущей вершины отнимаем (рис.6).

В некоторых случаях дуги с грузопотоками могут образовать два замкнутых контура, не соединенных друг с другом. В этом случае оба контура соединяют дугами с нулевыми грузопотоками, которые включают в базис для определения потенциалов вершин.

**Шаг 3.** Проверяем, выполняется ли условие оптимальности на всех дугах сети, на которых нет грузопотоков, т.е. соблюдается ли условие

$$v_j - u_i \leq c_{ij}.$$

(разница потенциалов двух вершин, соединенных дугой, на которой нет грузопотока. Таких дуг в нашем примере 7. Это дуги 1-10; 9-10; 10-7; 10-6; 11-5; 3-11; 8-7).

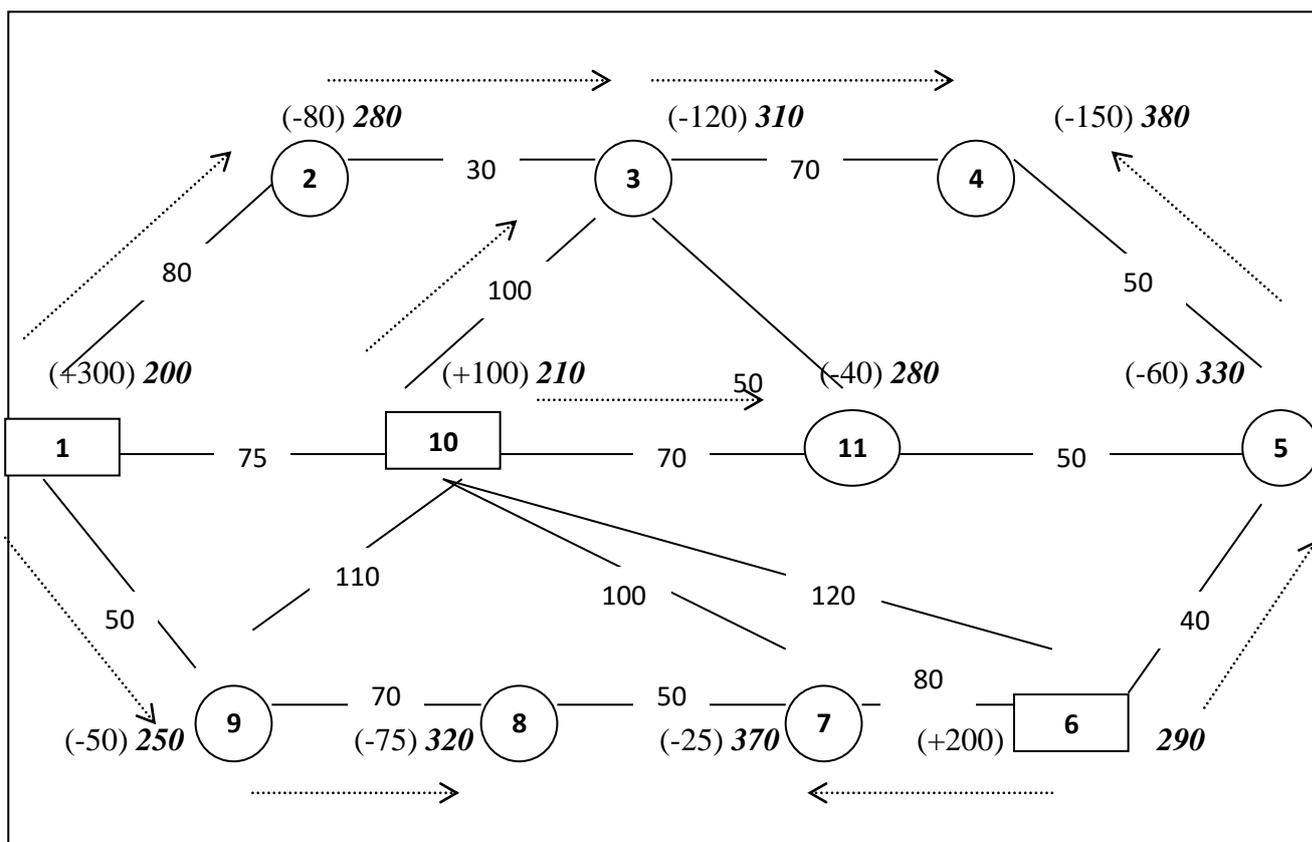


Рис. 6. Распределение потенциалов по вершинам сети

При невыполнения условия план перевозок не является оптимальным, т.к. при переводе грузопотока на данные дуги общее расстояние перевозок уменьшится.



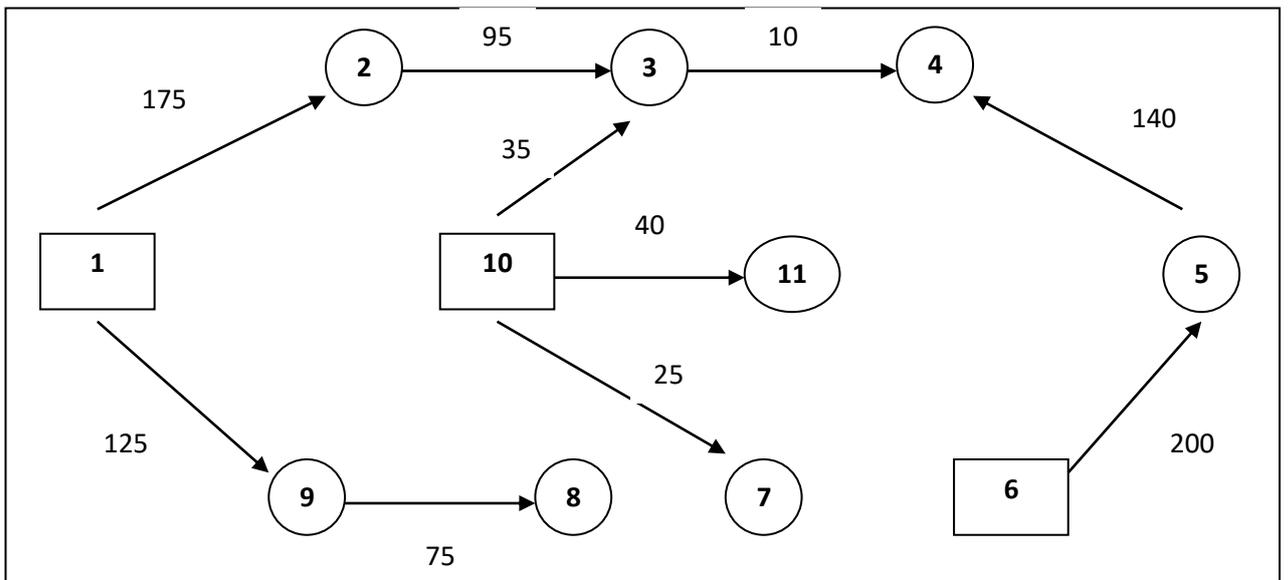


Рис.8. Оптимальный план перевозок

## Практическое занятие № 22

### ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

#### Вопросы

1. Что представляют собой имитационные модели анализа транспортно-логистических систем?
2. По заданию, выданному преподавателем, постройте имитационные модели анализа транспортно-логистических систем.