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

Подписано цифровой подписью: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА"
DN: c=RU, st=Рязанская область, street=ул. Костычева, д.1, l=г. Рязань, title=Ректор, o=ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА", 1.2.643.100.1=120D3130323632303130734393938, 1.2.643.100.3=120B30393238303935383738, 1.2.643.100.4=120A3632323930303036343 3, 1.2.643.3.131.1.1=120C3632323831313839303437 37, email=university@rgatu.ru, givenName=Александр Владимирович, sn=Шемякин, cn=ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА"
Дата: 2024.03.21 13:14:56 +03'00'

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО РГАТУ
_____ А.В. Шемякин
«20» марта 2024 г.

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

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СО СТУДЕНТАМИ
на 2024 – 2025 УЧЕБНЫЙ ГОД

Воспитание - деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма и гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам героев Отечества, к закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, к природе и окружающей среде.

Целью системы воспитания в вузе является содействие социальному, патриотическому, духовно-нравственному, эстетическому и физическому развитию студенческой молодежи, то есть: ***формирование Гражданина - личности, способной полноценно жить в новой России и быть полезной обществу.***

Приоритеты воспитательной работы.

Воспитательная работа в вузе — это в определенной мере завершающий этап воспитания молодого человека в системе образования, и это предъявляет к ней особые требования:

- ✓ ориентация студентов на гуманистические мировоззренческие установки и жизненные ценности в существующих социально-экономических условиях, формирование гуманистического самосознания;
- ✓ формирование гражданственности, национального самосознания, патриотизма, уважения к законности и правопорядку, внутренней свободы и собственного достоинства;
- ✓ формирование корпоративной культуры;
- ✓ воспитание потребности в саморазвитии и самообразовании во всех отраслях жизнедеятельности (в науке, образовании, культуре, спорте и т.д.);
- ✓ обеспечение достойного образовательного и этического уровня;
- ✓ приобщение к общечеловеческим нравственным ценностям;
- ✓ воспитание потребности к труду как важной жизненной ценности;
- ✓ привитие толерантности;
- ✓ воспитание потребности в здоровом образе жизни.

Основные принципы воспитательной работы со студентами

Принципы воспитания направлены на развитие социально активной, образованной, нравственно и физически здоровой личности

✓ *Уважение к правам и свободам человека и гражданина, толерантность, соблюдение правовых и этических норм;*

✓ *Патриотизм и гражданственность: воспитание уважительного отношения, любви к России, чувства сопричастности и ответственности;*

✓ *Объективизм и гуманизм как основа взаимодействия с субъектами воспитания;*

✓ *Демократизм, предполагающий реализацию системы воспитания, основанной на педагогике сотрудничества;*

✓ *Профессионализм, ответственность и дисциплина;*

✓ *Конкурентоспособность, обеспечивающая формирование личности специалиста, способного к динамичной социальной и профессиональной мобильности;*

✓ *Социальное партнерство, обеспечивающее расширение культурно-образовательного пространства университета и позволяющее сочетать общественные интересы, концентрировать средства и ресурсы в реализации совместных проектов;*

✓ *Вариативность технологий и содержания воспитательного процесса.*

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН на 2024-2025 учебный год

Наименование мероприятия	Сроки	Выполнено
1. Организационное обеспечение воспитательной работы		
Подбор и назначение старших кураторов по воспитательной работе на факультетах, кураторов первого курса	Сентябрь,2024 г.	
Разработка и утверждение документов, регламентирующих воспитательную работу и молодежную политику в вузе - планов, программ, положений и др.	сентябрь-октябрь,2024 г.	
Организация работы специалистов (медучреждений, психологических служб, социальных организаций, прокуратуры, полиции, ГИБДД, Рязанской епархии) в формате круглых столов, бесед, встреч, лекций, конференций и т.д.	2024-2025 гг.	
Организация работы музея истории РГАТУ	2024-2025 гг.	
Организация работы студенческого спортивного клуба «Агротех» (ССК «Агротех»)	2024-2025 гг.	
Подготовка отчетов и другой информации о воспитательной работе и молодежной политике вуза, представление отчетов в вышестоящие организации	2024-2025 гг.	
Организация участия студенчества в социально-значимых, физкультурно-оздоровительных и спортивны, культурно-массовых мероприятиях региона, ЦФО, Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и России.	2024-2025 гг.	
Создании условий, способствующих самореализации студентов в профессиональной и творческой сфере и решению вопросов в различных областях студенческой жизни.	2024-2025 гг.	
Привлечения молодежи к участию в общественно-политической, научно-технической, инновационной и проектной деятельности университета, региона, страны.	2024-2025 гг.	
Работа по формированию цифрового профиля студента вуза на базе платформы «Я в Агро» АО «Россельхозбанк» в целях определения перспектив их трудоустройства	2024-2025 гг.	
II. Информационное обеспечение воспитательной работы		
Освещение мероприятий, проводимых в рамках воспитательной работы и молодежной политики среди студентов вуза, на сайте университета, городском сайте, сайтах МСХ РФ, региональных министерств и ведомств, в соцсетях	2024-2025 гг.	
Проведение информационно-разъяснительной работы среди студентов университета по вопросу участия в проектах открытой Президентской платформы «Россия — страна возможностей»	2024-2025 гг.	
III. Направления воспитательной работы		
1. Научно-исследовательское направление – неотъемлемая часть подготовки современных специалистов, целенаправленная подготовка к исследовательской деятельности студентов вуза на протяжении всего периода обучения.		

Проектирование и реализация соответствующих организационно-методических условий, способствующих вовлечению студентов в творческий процесс изучения и освоения научных методов, обеспечение права студентов на участие в научно-исследовательской деятельности как основы для обновления творческого компонента профильной подготовки будущего специалиста в вузе.	в течение всего периода обучения	
Дальнейшее совершенствование механизмов вовлечения студентов в инновационную деятельность университета и создание благоприятных условий для инновационной деятельности и повышение инновационной активности молодых научных кадров	2024-2025 гг.	
Создание необходимой учебно-материальной базы для проектирования и реализации исследовательской деятельности студентов.	2024-2025 гг.	
Комплексное и обязательное обучение студентов основам исследовательского труда, привитие им определенных навыков исследований применительно к избранной специальности в рамках учебного процесса, в период производственных практик, на стадии дипломного проектирования	2024-2025 гг.	
Организация и проведение олимпиад, научных конференций, круглых столов, дискуссий; разработка проектов для получения ГРАНТов; развитие форм научного сотрудничества: вуз – производство и др.	2024-2025 гг.	
Обеспечение информационного сопровождения в СМИ участия обучающихся в реализации задач Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации в целях повышения престижа специальностей аграрного сектора и привлечения молодых специалистов	2024-2025 гг.	
2. *Гражданско–патриотическое направление - создание в университете условий для целостного и непрерывного процесса гражданско-патриотического воспитания через продуманную систему мероприятий и коллективных творческих дел, формирование гражданской позиции и желания достойно и самоотверженно служить своей Родине*		
Организация профилактической работы со студентами в сфере противодействия идеологии терроризма в Российской Федерации: - подбор Нормативно-правовых документов РФ, регламентирующих деятельность по противодействию идеологии терроризма (Федеральный закон о противодействии терроризму, Концепция противодействия терроризму в Российской Федерации в режиме доступа:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92779 и др.) - организация и проведение мероприятий, направленных на воспитание толерантности и патриотизма, профилактику терроризма и экстремизма, предусмотренная действующими федеральными государственными образовательными стандартами.	2024-2025 гг.	
Реализация Федерального просветительского проекта «Без срока давности»	2024-2025 гг.	
Деятельность представительства РДДМ «Движение первых» в университете	2024-2025 гг.	
Организация и проведение классных и кураторских часов, внеучебных мероприятий по изучению военной истории России, знанию Дней воинской славы, боевых и трудовых подвигов жителей области в годы Великой Отечественной войны; сохранению воинских традиций, связи поколений защитников Родины.	2024-2025 гг.	

Организация встреч обучающихся с ветеранами войны и труда, участниками локальных военных конфликтов и антитеррористических операций и др.	2024-2025 гг.	
Проведение этнокультурных и межнациональных мероприятий и культурных акций в вузе, участие в районных и городских мероприятиях и акциях, организация тематических экскурсий в музеи, к памятникам истории и культуры.	2024-2025 гг.	
Участие в ежегодном Открытом городском конкурсе-фестивале патриотической песни «Поклон тебе, солдат России!»	2024-2025 гг.	
Организация и проведение благотворительных акций: “День пожилого человека”, новогодние утренники, «День добрых дел» отряда «Звездный РГАТУ»	2024-2025 гг.	
Проведение историко-туристического похода студенческого отряда «Звездный РГАТУ» по местам боевой и трудовой славы Рязанской области.	февраль, 2025г.	
Цикл книжных выставок, посвященных Дню Победы:	Май,2025	
Спортивно-патриотический фестиваль «Я – Патриот!» (военно-спортивная игра, спартакиада, спортивный турнир, комплекс ГТО и др.)	Ноябрь,2024-май,2025 гг.	
Спортивно-национальный турнир «Спорт без границ»	Февраль, 2025г.	
День Университета- торжественное мероприятие	Май, 2025 г.	
Организация, проведение и участие в университетских и межвузовских , городских, региональных и всероссийских мероприятиях, посвященных «Дню Победы» и «Дню России»	2024-2025 гг.	
Организация и проведение экскурсий в музей РГАТУ	2024-2025 гг.	
3. Профессионально-трудовое направление - подготовка профессионально грамотного, компетентного, ответственного специалиста, приобщение студентов к профессиональной деятельности и связанным с нею социальным функциям в соответствии со специальностью и уровнем квалификации.		
Участие студентов в мероприятиях, направленных на повышение востребованности аграрных специальностей высшего и среднего специального образования, проводимых Минсельхозом России и с участием Минсельхоза России в 2024-2025 учебном году	2024-2025 гг.	
Участие в выставочно-ярмарочных и конгрессных мероприятий, проводимых Минсельхозом России и с участием Минсельхоза России в 2024-2025 учебном году	2024-2025 гг.	
Участие в Программных мероприятиях Всероссийской сельскохозяйственной выставки «Золотая осень-2024»	Октябрь, 2025 г.	
Деятельность студенческих специализированных отрядов РГАТУ	Апрель - октябрь, 2025г.	
Участие в IX агропромышленной выставке-форуме «День поля Рязанской области – 2024».	Июль,.2025 г.	
Организация, проведение и участие в региональном фестивале «Праздник урожая – «Спожинки»	Сентябрь,2024 г.	
Торжественное подведение итогов деятельности ССО РГАТУ в третьем трудовом семестре.	Октябрь,2024 г.	
Торжественное празднование профессионального праздника «День работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности»	Октябрь,2024 г.	

День Российских Студенческих Отрядов	Февраль,2025 г.	
Организация круглых столов, и встреч ветеранов, передовиков производства, руководителей, молодых специалистов АПК со студенческой молодежью в рамках профориентационной деятельности вуза	ноябрь,2024г. январь и май, 2025г.	
Организация и проведение ярмарок вакансий рабочих мест для выпускников университета	2024-2025 гг.	
Участие студентов в вузовских, областных и городских экологических акциях.	2024-2025 гг.	
4. Духовно-нравственное направление – воспитание и социально-педагогическая поддержка становления и развития высоконравственного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России.		
Организация и проведение встреч студентов с деятелями культуры и науки, с духовными лидерами мнений, представителями интеллектуальной элиты, ветеранами аграрного труда	2024-2025 гг.	
Проведение кураторских часов, ориентированных на содействие духовно-нравственному становлению молодого человека, формированию у него нравственных чувств (совести, долга, веры, ответственности, гражданственности, патриотизма), нравственного облика (терпения, милосердия, кротости, незлобивости), нравственной позиции (способности к различению добра и зла, проявлению самоотверженной любви, готовности к преодолению жизненных испытаний), нравственного поведения (готовности служения людям и Отечеству, проявления духовной рассудительности, послушания, доброй воли);	2024-2025 гг.	
Организация и проведение мероприятий, связанных с историей и традициями Университета, развитие академической культуры и университетских ценностей;	2024-2025 гг.	
Оказание помощи находящимся в зоне СВО бойцам	2024-2025 гг.	
Организация и проведение благотворительных акций (шефская работа над детскими домами, домами престарелых),	2024-2025 гг.	
Проведение цикла мероприятий, посвященных Дню матери	Ноябрь,2024 г.	
Проведение цикла мероприятий, посвященных Дню защиты детей	Июнь,2025 г.	
Проведение новогодних утренников для детей г. Рязани и Рязанской области	Декабрь,2024 г.	
5. Физкультурно-оздоровительное направление – формирование положительного отношения к оздоровительной физической культуре, установки на здоровый образ жизни, физическое самосовершенствование, удовлетворение потребности в регулярной физической активности оздоровительной направленности на основе занятий физической культурой и спортом		
Организация самостоятельных форм занятий физической культурой и спортом (спортивные секции ССК РГАТУ «Агротех»: мини-футбол, баскетбол, волейбол, чирлидинг, дартс, настольный теннис, легкая атлетика, лыжный спорт, плавание, пауэрлифтинг, гиревой спорт, ОФП и ГТО, военно-спортивная, стрельба из пневматической винтовки, шахматы) и организация физкультурно-оздоровительных групп	Сентябрь,2024 г.	
Организация массовых оздоровительных, физкультурных и спортивных мероприятий со студентами университета	2024-2025гг.	
Организация и проведение спартакиад среди первокурсников, участников студенческих специализированных отрядов, общежитий университета; турниров по различным видам спорта, матчевых встреч и др.	2024-2025 гг.	

Организация и проведение информационно-просветительских семинаров-тренингов по репродуктивному здоровью, профилактике наркомании, алкоголизма, табакокурения, ВИЧ и основам здорового образа жизни	2024-2025 гг.	
Организация и проведение цикла мероприятий, приуроченных ко Всемирному дню борьбы со СПИДом, Всемирному дню без табака и т.п.	2024-2025 гг.	
Организация физкультурно-спортивной работы по внедрению Всероссийского физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» в целях создания эффективной системы физического воспитания, направленной на развитие человеческого потенциала и укрепления здоровья населения	2024-2025 гг.	
Участие студентов РГАТУ в Универсиаде ВУЗов Минсельхоза России		
Участие спортсменов университета в спортивных мероприятиях, организуемых АССК России	2024-2025 гг.	
Участие студентов РГАТУ в Универсиаде среди студентов образовательных организаций высшего образования Рязанской области 2024-2025 учебного года	2024-2025 гг.	
Организация и проведение «Дня Здоровья» для студентов и для преподавателей университета	Ноябрь, 2024г., май,2025 г.	
Участие в спортивных и спортивно-массовых мероприятиях города, региона, страны,		
Реализация программы профилактики наркотических, алкогольных и иных зависимостей, а также по пропаганде здорового жизненного стиля среди студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева, пропаганда здорового образа жизни в студенческой среде; профилактика заболеваний, выпуск санбюллетеней по здоровому образу жизни	2024-2025 гг.	
6. Эстетическое направление - формирование личности студента с высокими нравственными устоями, эмоциональной чуткостью, способностью к восприятию эстетического, формирование общего уровня культуры – качеств, которые помогают сопротивляться студенту неблагоприятным жизненным обстоятельствам и являются его преимуществом в конкурентной борьбе.		
Организация культурно-досуговой деятельности через создание творческих студий (художественное слово, СТЭМ, ВИА, хореография, эстрадный вокал, школа ведущих, СМИ, прикладное творчество и др.), организации выставок, фестивалей, творческих вечеров, праздников, игр, балов и пр. :	2024-2025 гг.	
▪ Фестиваль первокурсников «Посвящение в студенты»	Сентябрь,2024г.	
▪ «Знакомьтесь, мы – 1 курс!» - творческий фестиваль первокурсников	Октябрь,2024г.	
▪ «Всемирный день студента» – студенческая неделя: (чествование студенческого актива, концерт, интеллектуальные игры)	Ноябрь,2024 г.	
▪ «Просто песня» - студенческий фестиваль эстрадной песни	Октябрь,2024 г.	
▪ Организация и проведение праздничных концертов, посвященных общенародным праздникам	2024-2025 гг.	
▪ Фестиваль Национальных культур «Есть такая нация – студенты»	Февраль,2025 г.	
▪ Смотр – конкурс творчества студентов в рамках фестиваля «Студенческая Весна в РГАТУ»	Март,2025 г.	
Туристические поездки студентов и сотрудников по историко-культурным достопримечательностям Рязанского края и др. регионов России	2024-2025 гг.	

7. Студенческое самоуправление (значимый аспект государственной образовательной и молодёжной политики) - развитие полезных для обучающихся качеств и навыков: лидерство и инициативность, умение работать в команде и самостоятельность.		
Создание новых возможностей для самоопределения личности, появления молодежных инноваций в различных сферах общества.	2024-2025 гг.	
Организация научной деятельности студентов, координация деятельности студенческого научного общества; помощь в организации и проведении конференций, спецсеминаров, круглых столов, недели студенческой науки и т. д.	2024-2025 гг.	
Организация и проведение культурно-массовых мероприятий, сохранение традиций студенческого творчества, поддержка деятельности студенческих творческих коллективов	2024-2025 гг.	
Организация работы спортивных секций, участие в организации соревнований и товарищеских встреч по различным видам спорта.	2024-2025 гг.	
Обеспечение организации и функционирования информационного пространства в вузе, освещение значимых мероприятий в жизни студенческого сообщества.	2024-2025 гг.	
Организация и деятельность волонтерских отрядов и общественных молодежных объединений в вузе	2024-2025 гг.	
Организация и проведение мероприятий, содействующих сплочению целостных студенческих коллективов, академических групп, потоков, курсов, факультетов университета	2024-2025 гг.	
Организация лагеря-семинара студенческого актива аграрных вузов России «ИДЕЯ»	август,2025г.	
Организация досуга и активного отдыха обучающихся на базе спортивно-оздоровительного лагеря «Ласково» ФГБОУ ВО РГАТУ	Июнь-август, 2025 г.	

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО РГАТУ

_____ А.В. Шемякин

«20» марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ

в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева на период 2024 - 2025 гг.

2024 год

Содержание

Пояснительная записка

1. **Общие положения**

Концептуально-ценностные основания и принципы организации воспитательного процесса в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (далее Университет)

1.1. Методологические подходы к организации воспитательной деятельности в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А.Костычева

1.2. Цель и задачи воспитательной работы в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева Содержание и условия реализации воспитательной работы в образовательной организации высшего образования

1.3. Воспитывающая (воспитательная) среда Университета

1.4. Направления воспитательной деятельности и воспитательной работы

1.5. Приоритетные виды деятельности обучающихся в воспитательной системе Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева

1.6. Формы и методы воспитательной работы в Университете

1.7. Ресурсное обеспечение реализации воспитательной деятельности в Университете

1.8. Инфраструктура Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, обеспечивающая реализацию рабочей программы воспитания

1.9. Социокультурное пространство. Сетевое взаимодействие с организациями, социальными институтами и субъектами воспитания

2. **Управление системой воспитательной работы в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева**

2.1. Воспитательная система и управление системой воспитательной работой в Университете

2.2. Студенческое самоуправление (со-управление) в Университете

2.3. Мониторинг качества воспитательной работы и условий реализации содержания воспитательной деятельности

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа воспитания в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева представляет собой ценностно-нормативную, методологическую, методическую и технологическую основу организации воспитательной деятельности в вузе.

Областью применения рабочей программы воспитания (далее – Программа) в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (далее – университет) являются образовательное и социокультурное пространство, образовательная и воспитывающая среды в их единстве и взаимосвязи.

Программа ориентирована на организацию воспитательной деятельности субъектов образовательного и воспитательного процессов.

Основным средством осуществления воспитательной деятельности является воспитательная система и соответствующая ей Рабочая программа воспитания и План воспитательной работы.

Рабочая программа выстраивает свою воспитательную систему в соответствии со спецификой профессиональной подготовки в Университете.

При выстраивании воспитательной системы следует исходить из следующих положений:

1. Воспитательная работа – это деятельность, направленная на организацию воспитывающей среды и управление разными видами деятельности воспитанников с целью создания условий для их приобщения к социокультурным и духовно-нравственным ценностям народов Российской Федерации, полноценного развития, саморазвития и самореализации личности при активном участии самих обучающихся.

2. Программа призвана оказать содействие и помощь субъектам образовательных отношений в разработке структуры и содержания Рабочей программы воспитания и Плана воспитательной работы образовательной организации высшего образования.

3. Рабочая программа воспитания в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А.Костычева разработана в соответствии с нормами и положениями:

– Конституции Российской Федерации;

− Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации;

− Федерального закона от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

− Федерального закона от 05.02.2018 г. № 15-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам добровольчества (волонтерства)»;

− Указа Президента Российской Федерации от 19.12.2012 г. № 1666 «О Стратегии государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года»;

− Указа Президента Российской Федерации от 24.12.2014 г. № 808 «Об утверждении Основ государственной культурной политики»;

− Указа Президента Российской Федерации от 31.12.2015 № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» (с изменениями от 06.03.2018 г.);

− Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;

− Указа Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 гг.»;

− Распоряжения Правительства от 29.05.2015 г. № 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;

− Распоряжения Правительства от 29.11.2014 г. № 2403-р «Основы государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года»;

− Плана мероприятий по реализации Основ государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденных распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.11.2014 г. № 2403-р;

− Распоряжения Правительства Российской Федерации от 29.12.2014 г. № 2765-р «Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы»;

− Постановления Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 г. № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;

− письма Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.02.2014 № ВК-262/09 «Методические рекомендации о создании и деятельности советов обучающихся в образовательных организациях»;

− Приказа Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) от 14.08.2020 №831 «Об утверждении Требований к структуре официального сайта образовательной организации

в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и формату предоставления информации»;

− Посланий Президента России Федеральному Собранию Российской Федерации.

− Государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий»;

- Основ государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года;

- Стратегии развития молодежи Российской Федерации на период до 2025 года;

- Программы Гражданско-патриотического воспитания студентов аграрных вузов России на 2021-2025 годы;

− Устава Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева;

−Локальных нормативных актов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева и др.

4. Рабочая программа воспитания в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А.Костычева разработана в традициях отечественной педагогики и образовательной практики и базируется на принципе преемственности и согласованности с целями и содержанием Программы воспитания в системе СПО.

5. Программа воспитания является частью ОПОП, разрабатываемой и реализуемой в соответствии с действующим с действующим федеральным государственным образовательным стандартом (далее – ФГОС).

Во исполнение положений Федерального закона от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» в университете разработаны:

− ***Рабочая программа воспитания*** в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (определяет комплекс основных характеристик осуществляемой в университете воспитательной деятельности);

− ***Рабочие программы воспитания*** как часть ОПОП, реализуемых Рязанским государственным агротехнологическим университетом имени П.А. Костычева (разрабатывается на период реализации образовательной программы и определяет комплекс ключевых характеристик системы воспитательной работы университета (принципы, методологические подходы, цель, задачи, направления, формы, средства и методы воспитания, планируемые результаты и др.));

– ***Календарный план воспитательной работы*** Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, конкретизирующий перечень событий и мероприятий воспитательной направленности, которые организуются и проводятся университетом и (или) в которых субъекты воспитательного процесса принимают участие.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Концептуально-ценностные основания и принципы организации воспитательного процесса в университете

Концептуально-ценностные основания.

Приоритетной задачей государственной политики в Российской Федерации является формирование стройной системы национальных ценностей, пронизывающей все уровни образования.

При разработке рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы и содержания воспитательного процесса использовались положения Стратегии национальной безопасности Российской Федерации**,** в которой определены следующие **традиционные духовно-нравственные ценности**:

– приоритет духовного над материальным;

– защита человеческой жизни, прав и свобод человека;

– семья, созидательный труд, служение Отечеству;

– нормы морали и нравственности, гуманизм, милосердие, справедливость, взаимопомощь, коллективизм;

– историческое единство народов России, преемственность истории нашей Родины.

Принципы организации воспитательного процесса в университете:

– системности и целостности, учета единства и взаимодействия составных частей воспитательной системы университета (содержательной, процессуальной и организационной);

– природосообразности (как учета в образовательном процессе индивидуальных особенностей личности и зоны ближайшего развития), приоритета ценности зоровья участников образовательных отношений, социально-психологической поддержки личности и обеспечения благоприятного социально-психологического климата в коллективе;

– культуросообразности образовательной среды, ценностно-смыслового наполнения содержания воспитательной системы и организационной культуры университета, гуманизации воспитательного процесса;

– субъект-субъектного взаимодействия в системах «обучающийся – обучающийся», «обучающийся – академическая группа», «обучающийся – преподаватель», «преподаватель – академическая группа»;

– приоритета инициативности, самостоятельности, самореализации обучающихся в учебной и внеучебной деятельности, социального партнерства в совместной деятельности участников образовательного и воспитательного процессов;
– со-управления как сочетания административного управления и студенческого самоуправления, самостоятельности выбора вариантов направлений воспитательной деятельности (в зависимости от традиций университета, его специфики, отраслевой принадлежности и др.);
– соответствия целей совершенствования воспитательной деятельности наличествующим и необходимым ресурсам;
– информированности, полноты информации, информационного обмена, учета единства и взаимодействия прямой и обратной связи.

Приведенные выше принципы организации воспитательной деятельности согласуются с методологическими подходами к организации воспитательной деятельности в университете.

1.2. Методологические подходы к организации воспитательного процесса в университете

В основу рабочей программы воспитания положен комплекс методологических подходов, включающий подходы:

- ценностно-ориентированный,
- системный,
- системно-деятельностный,
- культурологический,
- проблемно-функциональный,
- научно-исследовательский,
- проектный,
- ресурсный,
- здоровьесберегающий,
- информационный.

Ценностно-ориентированный подход - в основе управления воспитательным процессом лежит созидательная, социально-направленная деятельность.

Системный подход - предполагает рассмотрение воспитательного процесса как открытой социально-психологической, динамической, развивающейся системы, состоящей из двух взаимосвязанных подсистем: управляющей (руководство вуза, проректор по воспитательной работе, заместитель декана по воспитательной работе, куратор учебной группы, преподаватель) и управляемой (студенческое сообщество вуза, студенческий актив, студенческие коллективы, студенческие группы и др.).

Системно-деятельностный подход - позволяет установить уровень целостности воспитательной системы вуза, а также степень взаимосвязи ее подсистем в образовательном процессе.

Культурологический подход - способствует реализации культурной направленности образования и воспитания и направлен на создание в вузе

культуросообразной среды и организационной культуры, а также на повышение общей культуры обучающихся, формирование их профессиональной культуры и культуры труда.

Проблемно-функциональный подход - позволяет осуществлять целеполагание с учетом выявленных воспитательных проблем и рассматривать управление системой воспитательной работы вуза как непрерывную серию взаимосвязанных, выполняемых одновременно или в некоторой последовательности управленческих функций (анализ, планирование, организация, регулирование, контроль), сориентированных на достижение определенных целей).

Научно-исследовательский подход – воспитательную работу в ООВО как деятельность, имеющую исследовательскую основу и включающую вариативный комплекс методов теоретического и эмпирического характера.

Проектный подход - разрешение имеющихся социальных и иных проблем посредством индивидуальной или совместной проектной или проектно-исследовательской деятельности обучающихся под руководством преподавателя. Проектная технология имеет социальную, творческую, научно-исследовательскую, мотивационную и практико-ориентированную направленность.

Ресурсный подход - нормативно-правовое, кадровое, финансовое, информационное, научно-методическое, учебно-методическое и материально-техническое обеспечение реализации воспитательного процесса.

Здоровьесберегающий подход – направлен на повышение культуры здоровья и сбережение здоровья субъектов образовательных отношений, создание здоровьеформирующей и здоровьесберегающей образовательной среды, актуализацию и реализацию здорового образа жизни.

Информационный подход - позволяет определять актуальный уровень состояния воспитательной системы вуза и иметь ясное представление о том, как скорректировать ситуацию.

1.3. Цель и задачи воспитательной работы в университете

Воспитание студентов является приоритетным направлением деятельности университета, имеет системный характер, осуществляется в тесной взаимосвязи учебной и внеучебной работы, строится в соответствии с действующими нормативными документами и требованиями.

Цель воспитательной работы – создание условий для активной жизнедеятельности обучающихся, их гражданского самоопределения, профессионального становления и индивидуально-личностной самореализации в созидательной деятельности для удовлетворения потребностей в нравственном, культурном, интеллектуальном, социальном и профессиональном развитии.

Задачи воспитательной работы в университете:

– развитие мировоззрения и актуализация системы базовых ценностей личности;

– приобщение студенчества к общечеловеческим нормам морали, национальным устоям и академическим традициям;

– воспитание уважения к закону, нормам коллективной жизни, развитие гражданской и социальной ответственности;

– воспитание положительного отношения к труду, воспитание социально значимой целеустремленности и ответственности в деловых отношениях;

– содействие росту престижа аграрных специальностей;

– обеспечение развития личности и ее социально-психологической поддержки, формирование личностных качеств, необходимых для эффективной профессиональной деятельности;

– выявление и поддержка талантливой обучающихся, формирование организаторских навыков, творческого потенциала, вовлечение обучающихся в процессы саморазвития и самореализации;

– формирование культуры и этики профессионального общения;

– воспитание внутренней потребности личности в здоровом образе жизни, ответственного отношения к природной и социокультурной среде;

– повышение уровня культуры безопасного поведения;

– развитие личностных качеств и установок, социальных навыков и управленческими способностями.

В системе воспитания в рамках воспитательного процесса университет ориентируется на формирование следующих компетенций:

социально-культурная компетенция: предполагает понимание закономерностей исторического развития человечества; знание мировой истории и истории Отечества, уважительное отношение к отечественной истории; сознательное и ответственное отношение к духовно-нравственным ценностям и моральным нормам, сформированность мировоззренческих понятий и идеалов, нравственного поведения; эстетических вкусов, выбор честного жизненного пути; понимание безусловной ценности семьи, забота о старшем и младшем поколениях.

Формирование данной компетенции основывается на ценностях: человек, отечество, семья, культура, добро и красота через включение студентов в следующие виды социальных практик: успешное освоение учебного плана направления подготовки, социокультурные проекты, историко-краеведческая работа, деятельность творческих, волонтерских объединений, дискуссионных клубов и др.

Гражданско-патриотическая компетенция: проявляется в социальных чувствах, содержанием которых является любовь к Отечеству, готовность подчинить его интересам свои частные интересы, гордость достижениями и культурой своей Родины, желание сохранять её культурные особенности, стремление защищать интересы Родины и своего народа, уважение к другим народам и странам, к их национальным обычаям и традициям; способность принимать на себя ответственность, участвовать в выработке совместных

решений, совершать выбор, в поддержании и развитии демократических институтов и институтов гражданского общества; толерантность, уважительное отношение к представителям других наций, культур, конфессий, уважительное отношение к истории своего народа, отечества. Формирование данной компетенции основывается на ценностях: отечество, нация, народ, мир, гражданственность, патриотизм, свобода.

Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: историко-архивная работа, поисковые отряды, дискуссионные клубы, социально-значимая деятельность и благотворительные акции, участие в смотрах- конкурсах и фестивалях патриотической тематики и др.

Профессионально-трудовая компетенция: направлена на профессиональное, социальное и личностное самоопределение; планирование будущего образа и качества жизни, профессионального пути и карьеры; готовности к постоянным изменениям в личной и профессиональной жизни (мобильность, конкурентоспособность, инновационное мышление, инициатива, самостоятельность, ответственность, производительность); готовность к адаптации на рынке труда, к профессиональному росту. Формирование данной компетенции основывается на ценностях: труд, профессиональная деятельность, общество.

Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: успешное освоение учебного плана направления подготовки, участие в работе студенческих трудовых отрядов, участие в работе СКБ, малых инновационных предприятий при вузе, трудовой семестр, учебно-производственные практики, освоение дополнительных квалификаций и др.

Эколого-валеологическая компетенция: направлена на ответственное отношение к окружающей среде, формирование природоохранного и ресурсосберегающего мышления и поведения, понимание сущности и взаимосвязи социальных и природных процессов, эволюции научных идей; утверждение ценностей здоровья и здорового образа жизни, укрепление здоровья во всех его аспектах (физический, психологический, социальный); формирование культуры сексуального поведения; нетерпимое отношение к разным формам зависимости (наркомания, табакокурение, алкоголизм, и др.). В основе формирования данной компетенции - ценности: человечество, природа, земля, здоровье.

Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: природоохранная деятельность, акции экологического содержания, занятия физической культурой и спортом и др.

Информационно-коммуникативная компетенция: направлена на формирование мотивации к социальному взаимодействию, совместной деятельности, сотрудничеству со сверстниками и старшим поколением; навыков работы в группе, способности к установлению продуктивных социальных связей, овладению приемами и техниками общения; формирование поисковых и аналитических умений в работе с информацией, способности к систематизации, классификации, осмыслению информации в разных контекстах; понимание

сущности природных и социальных явлений; владение информационными технологиями, компьютерными и интернет-технологиями; критическое отношение к информации, в т.ч. к информации, распространяемой СМИ. Формирование данной компетенции основывается на ценностях: человек, познание, знание, истина, уважение, понимание, взаимодействие. Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: работа в органах студенческого самоуправления, работа в творческих и научно-исследовательских группах, организационно-деятельностные игры, участие в работе студенческих СМИ и др.

Личностно-развивающая компетенция: направлена на формирование внутреннего нравственного императива, активной жизненной позиции, реализации своего мировоззрения, системы ценностей; формирование готовности и способности учиться на протяжении всей жизни, работать над изменением своей личности, поведения, деятельности и отношений с целью прогрессивного личностно-профессионального развития; формирование творчески-преобразовательной установки по отношению к собственной жизни, способность к преодолению трудностей, решению проблем, принятию решений и выбору оптимальной линии поведения в нестандартных и сложных ситуациях; выраженная мотивация к установлению личностных отношений, устойчивость по отношению к неблагоприятным факторам среды.

Формирование данной компетенции основывается на ценностях: самоопределение, самореализация, самообразование.

Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: тренинги личностного роста, участие в работе молодежных форумов и конференций, различные формы общественно-полезной деятельности и др.

2. СОДЕРЖАНИЕ И УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В УНИВЕРСИТЕТЕ

2.1. Воспитывающая (воспитательная) среда университета

Воспитывающая среда вуза - движущая сила, источник мотивации личности к самореализации, саморазвития, самораскрытия потенциала студента, несущего ответственность за свой жизненный и профессиональный выбор.

Среда рассматривается как единый и неделимый фактор внутреннего и внешнего психосоциального и социокультурного развития личности, таким образом, человек выступает одновременно и в качестве объекта, и в роли субъекта личностного развития.

Образовательная среда представляет собой систему влияний и условий формирования личности по заданному образцу, а также возможностей для ее развития, содержащихся в социальном и пространственно-предметном окружении.

Воспитывающая (воспитательная) среда – это среда созидательной деятельности, общения, разнообразных событий, возникающих в них отношений, демонстрации достижений.

Воспитывающая среда является интегративным механизмом взаимосвязи социокультурной, инновационной, акмеологической, рефлексивной, адаптивной, безопасной, благоприятной и комфортной, здоровьеформирующей и здоровьесберегающей и других сред.

2.2. Направления воспитательной деятельности и воспитательной работы в университете

2.2.1. Направления воспитательной деятельности

Указанные цели и задачи реализуются посредством различных направлений воспитательной деятельности:

- ***гражданско-патриотическое и правовое воспитание*** – меры, способствующие становлению активной гражданской позиции личности, осознанию ответственности за благополучие своей страны, усвоению норм права и модели правомерного поведения;
- ***духовно-нравственное воспитание*** – воздействие на сферу сознания студентов, формирование эстетических принципов личности, ее моральных качеств и установок, согласующихся с нормами и традициями социальной жизни;
- ***профессионально-трудовое воспитание*** – формирование творческого подхода, воли к труду и самовыражению в избранной специальности, приобщение студентов к традициям и ценностям профессионального сообщества, нормам корпоративной этики;
- ***эстетическое воспитание*** – содействие развитию устойчивого интереса студентов к кругу проблем, решаемых средствами художественного творчества, и осознанной потребности личности в восприятии и понимании произведений искусства;
- ***физическое воспитание*** - совокупность мер, нацеленных на популяризацию спорта, укрепление здоровья студентов, усвоение ими принципов и навыков здорового образа жизни;
- ***экологическое воспитание,*** понимаемое не только в узком, природоохранном, а в предельно широком – культурно-антропологическом смысле.

2.2.2. Направления воспитательной работы

Содержанием воспитательной работы в университете являются различные виды совместной деятельности преподавателей и студентов, которые осуществляются по следующим направлениям:

– приоритетные направления: гражданско-патриотическое и духовно-нравственное воспитание;

– вариативные направления: профессионально-трудовое, научно-образовательное эстетическое, экологическое, спортивно-оздоровительное, студенческое самоуправление.

Таблица 1. Направления воспитательной работы в университете и соответствующие им воспитательные задачи

№ п/п	Направления воспитательной работы	Воспитательные задачи
Приоритетная часть		
1.	гражданско-патриотическое	Воспитание и развитие гражданственности, уважения к правам и свободам человека, любви к окружающей природе, Родине, семье, патриотического и национального самосознания
2.	духовно-нравственное	Воспитание духовно-нравственной культуры, развитие ценностно-смысловой сферы и духовной культуры, нравственных чувств и крепкого нравственного стержня
Вариативная часть		
3.	профессионально-трудовое	Формирование творческого подхода, воли к труду и самовыражению в избранной специальности, приобщение студентов к традициям и ценностям профессионального сообщества, нормам корпоративной этики
4.	научно-образовательное	Подготовка высококвалифицированных специалистов - выполнение образовательных программ, научно-исследовательская деятельность, дающая основы аналитического мышления и практического опыта. способствующая повышению интеллектуального уровня
5.	физическое	Развитие физических и духовных сил, укрепление выносливости и психологической устойчивости, формирование потребности в здоровом образе жизни, развитие способности к сохранению и укреплению здоровья
6.	эстетическое	Содействие развитию устойчивого интереса студентов к кругу проблем, решаемых средствами художественного творчества, и осознанной потребности личности в восприятии и понимании произведений искусства
7.	экологическое	Развитие экологического сознания и устойчивого экологического поведения, понимаемое не только в узком, природоохранном, а в предельно широком – культурно-антропологическом смысле
8.	Студенческое самоуправление	Соединения интересов личности в развитии и самореализации с интересами государства – в подготовке профессиональных кадров для экономики страны и гармоничной социализации молодого человека в обществе.

2.3. Приоритетные виды деятельности обучающихся в воспитательной системе университета

Приоритетными видами деятельности обучающихся в воспитательной системе в университете выступают:
– проектная деятельность как коллективное творческое дело;
– волонтерская (добровольческая) деятельность;
– учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность;
– студенческое международное сотрудничество;
– деятельность и виды студенческих объединений;
– досуговая, творческая и социально-культурная деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий;
– вовлечение студентов в профориентацию;
– вовлечение студентов в предпринимательскую деятельность;
– профилактика негативных явлений в социальной среде;
– другие виды деятельности обучающихся.

2.4. Формы организации и методы воспитательной работы в университете

Под *формами организации* воспитательной работы понимаются различные варианты организации конкретного воспитательного процесса, в котором объединены и сочетаются цель, задачи, принципы, закономерности, методы и приемы воспитания в Университете.

Основные формы организации воспитательной работы выделяются по количеству участников данного процесса:
а) массовые формы работы: на уровне района, города, университета;
б) мелкогрупповые и групповые формы работы: на уровне учебной группы и в мини-группах;
в) индивидуальные формы работы: с одним обучающимся.

Все формы организации воспитательной работы в своем сочетании гарантируют с одной стороны – оптимальный учет особенностей обучающегося и организацию деятельности в отношении каждого по свойственным ему способностям, а с другой – приобретение опыта адаптации обучающегося к социальным условиям совместной работы с людьми разных идеологий, национальностей, профессий, образа жизни, характера, нрава и т.д.

Методы воспитания – способы влияния преподавателя/организатора воспитательной деятельности на сознание, волю и поведение обучающихся Университета с целью формирования у них устойчивых убеждений и определенных норм поведения (через разъяснение, убеждение, пример, совет, требование, общественное мнение, поручение, задание, упражнение, соревнование, одобрение, контроль, самоконтроль и др.).

В процессе воспитательной работы в университете используются технологии воспитания, ведущие к самовоспитанию, саморазвитию. При этом соблюдается гуманистическая направленность методов воспитания, происходит индивидуализация и оптимизация их использования, в зависимости от ситуации.

В целом же используются следующие методы:

- м*етоды патриотического воспитания*, формирования гражданской позиции (учебные занятия, кураторские часы, акции, соревнования, интеллектуальные игры и др.);

- м*етоды включения студентов* в разнообразные виды коллективной творческой деятельности, способствующей формированию самостоятельности и инициативы (студенческое самоуправление, общеуниверситетские праздники, декады специальностей, занятия в творческих кружках, спортивных секциях, в волонтерском движении, в конкурсах, в третьем трудовом семестре);

- м*етоды нравственного воспитания*, воспитания культуры поведения и общения, формирования здорового образа жизни (учебные занятия, беседы, акции, кураторские часы, месячники, диспуты, дискуссии, тренинги и др.)

- м*етоды совместной деятельности* преподавателей и студентов в воспитательной работе, принимающей формы сотрудничества, соучастия (учебные занятия, профессиональные конкурсы, выставки творческих работ, конференции, олимпиады, презентации);

- м*етоды взаимодействия* преподавателей, студентов и родителей в воспитательном процессе (родительские собрания, индивидуальные консультации, праздники, профориентационная, санитарно-профилактическая деятельность и др.)

- м*етоды формирования* профессионального сознания, интереса к выбранной специальности (учебные занятия, научно - практические конференции, профессиональные конкурсы, экскурсии на базовые предприятия, беседы со специалистами);

- м*етоды* нравственного воспитания - воспитания культуры поведения и общения, формирование здорового образа жизни (учебные занятия, беседы, акции, кураторские часы, диспуты, дискуссии и др.);

Реализация конкретных форм и методов воспитательной работы воплощается в календарном плане воспитательной работы, утверждаемом ежегодно на предстоящий учебный год на основе направлений воспитательной работы, установленных в настоящей рабочей программе воспитания.

2.4. **Ресурсное обеспечение реализации рабочей программы воспитания в образовательной организации высшего образования**

Ресурсное обеспечение воспитательной деятельности университета направлено на создание условий для осуществления деятельности по воспитанию обучающихся в контексте реализации основных профессиональных образовательных программ.

Ресурсное обеспечение реализации рабочей программы воспитания в университете включает следующие его *виды:*

– нормативно-правовое обеспечение;

– кадровое обеспечение;

– финансовое обеспечение;

– информационное обеспечение;

– научно-методическое и учебно-методическое обеспечение;

– материально-техническое обеспечение.

*Нормативно-правовое обеспечени*е воспитательной деятельности разрабатывается в Университете в соответствии с нормативно-правовыми документами вышестоящих организаций, сложившимся опытом воспитательной деятельности, имеющимися ресурсами и включает следующие документы:

− концепция воспитательной деятельности;

−Программа воспитания в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева;

− Рабочие программы воспитания (как часть основных профессиональных образовательных программ, реализуемых университетом, на период реализации образовательной программы)

- Календарный план воспитательной работы в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева;

− приказы, распоряжения, положения, определяющие и регламентирующие воспитательную деятельность;

− протоколы решений Учёного совета, на котором рассматривались вопросы воспитательной деятельности;

− отчёты о проделанной воспитательной работе за год.

Кадровое обеспечение. Управление воспитательной деятельностью обеспечивается кадровым составом, включающим следующие должности: ректор (уполномоченный проректор), начальник управления по социально-воспитательной работе, начальники отделов УСВР, руководитель студенческого спортивного клуба, директор студенческого дворца культуры, обеспечивающие воспитательную деятельность по направлениям. Административный, учебно-вспомогательный и обслуживающий персонал УСВР, студенческого спортивного клуба и других подразделений, привлекаемых к организации воспитательной деятельности, определяется университетом в соответствии с существующими нормами расчёта штатного расписания.

В учебных структурных подразделениях университета воспитательную деятельность организуют заместители деканов по воспитательной работе, преподаватели из числа научно-педагогических работников, кураторы академических групп, руководители студенческих объединений и др.

Организаторы воспитательной деятельности обязаны проходить курсы повышения квалификации не реже 1 раза в 3 года.

Информационное обеспечение воспитательной деятельности направлено на:

− информирование о возможностях для участия обучающихся в социально значимой деятельности, преподавателей - в воспитательной деятельности и их достижениях;

− наполнение сайта университета информацией о воспитательной деятельности и студенческой жизни;
− информационную и методическую поддержку воспитательной деятельности;
− планирование воспитательной деятельности и её ресурсного обеспечения;
− расходование средств на организацию культурно-массовой, физкультурной и спортивной, оздоровительной деятельности;
− поиск, сбор, анализ, обработку, хранение и предоставление информации;
− организацию студенческих СМИ;
− дистанционное взаимодействие всех участников (обучающихся, педагогических работников, органов управления в сфере образования, общественности);
− дистанционное взаимодействие университета с другими организациями социальной сферы.

Информационное обеспечение воспитательной деятельности включает: комплекс информационных ресурсов, в том числе цифровых, совокупность технологических и аппаратных средств (компьютеры, принтеры, сканеры и др.)..

Финансовое обеспечение. Финансирование воспитательной деятельности обеспечивает условия для решения задач воспитания. Реализация воспитательной деятельности имеет многоканальное финансирование:
− средства для организации культурно-массовой, физкультурной и спортивной, оздоровительной работы с обучающимися в объеме месячного размера части стипендиального фонда, предназначенной на выплаты государственных академических стипендий студентам и государственных социальных стипендий студентам по образовательным программам среднего профессионального образования и двукратного месячного размера части стипендиального фонда, предназначенной на выплаты государственных академических стипендий студентам и государственных социальных стипендий студентам, по образовательным программам высшего образования (ст.36 п.15 ФЗ-273);
− субсидии на реализацию программ развития деятельности студенческих объединений (на конкурсной основе);
− средства университета от приносящей доход деятельности;
− другие источники, не запрещённые законом.

Использование указанных средств на иные, в том числе ремонтные, хозяйственные работы и услуги, приобретение мебели и хозяйственного инвентаря и другие цели, не связанные с воспитательной деятельностью, не допускается.

Университет вправе предусмотреть выделение доли средств от приносящей доход деятельности на организацию воспитательной деятельности среди обучающихся, проходящих обучение на внебюджетной основе.

Научно-методическое обеспечение воспитательного процесса рассматривается в трех направлениях: организационно-информационное (научно-методическая база, банк передового педагогического опыта и студенческих инноваций, издательская деятельность), технологическое (сбор и обработка информации, планирование и проведение мероприятий по внедрению системы качества), методическое (внедрение во все процессы профессиональной

образовательной организации системы менеджмента качества, обобщение, представление и распространение опыта работы преподавателей).

Постоянный обмен мнениями и проведение специальных исследований по вопросам:

- сущности воспитательного процесса;
- проблемам организации ВР;
- способов решения содержательных задач;
- обоснования форм и методов осуществления воспитательной работы;

В основу научно-методического обеспечения положены следующие принципы: гуманизации, вариативности, опережающего характера образовательно-воспитательных программ, адресности, разнообразия форм обучения, социального партнерства.

Материально-техническое обеспечение воспитательной деятельности позволяет:

− проводить массовые мероприятия, собрания, досуг и общение обучающихся, групповой просмотр кино- и видеоматериалов, организовывать сценическую работу, театрализованные представления;

- организовывать специализированные семинары, выездные стажировки по изучению опыта организации ВР в других вузах.

− выпускать печатные и электронные изданий и т.д.;

− проводить систематические занятия физической культурой и спортом, секционные спортивные занятия, участвовать в физкультурно-спортивных и оздоровительных мероприятиях, выполнении нормативов комплекса ГТО;

− обеспечивать доступ к информационным ресурсам Интернета, учебной и художественной литературе, коллекциям медиаресурсов на электронных носителях, к множительной технике для тиражирования учебных и методических текстографических и аудио- и видеоматериалов, результатов творческой, научно-исследовательской и проектной деятельности обучающихся.

2.6. Инфраструктура университета, обеспечивающая реализацию рабочей программы воспитания

Инфраструктура университета, обеспечивающая реализацию рабочей программы воспитания, включает в себя:

− помещения для работы органов студенческого самоуправления - объекты, обеспеченные средствами связи, компьютерной и мультимедийной техникой, интернет-ресурсами и специализированным оборудованием;

− спортивные сооружения - спортивные игровые залы и площадки, оснащённые игровым, спортивным оборудованием и инвентарём, открытый стадион широкого профиля;

− помещения для проведения культурного студенческого досуга и занятий художественным творчеством, техническое оснащение которых обеспечивает качественное воспроизведение фонограмм, звука, видеоизображений, а также световое оформление мероприятия (актовый зал, репетиционные помещения и др.);

− объекты социокультурной среды (музеи, библиотека, центры и др.).
− зоны отдыха;
− образовательное пространство, рабочее пространство и связанные с ним средства труда и оборудования; службы обеспечения; иное.

Для организации воспитательной деятельности в общежитиях предусмотрены соответствующие помещения (спортивные комнаты, помещения для культурно-массовых мероприятий и кружковой работы и т.п.), имеются спортивные площадки для игровых видов спорта.

2.7. Социокультурное пространство. Сетевое взаимодействие с организациями, социальными институтами и субъектами воспитания

Воспитание студентов осуществляется через формирование социокультурного пространства вуза – создание условий, которые обеспечивают возможность продуктивного взаимодействия субъектов воспитательного процесса.

Социокультурное пространство вуза характеризуется как пространство:
– построенное на ценностях, устоях общества, нравственных ориентирах, принятых вузовским сообществом;
– правовое, где в полной мере действует основной закон нашей страны – Конституция РФ, законы, регламентирующие образовательную деятельность, работу с молодежью, и более частное – Устав университета и правила внутреннего распорядка;
– высокоинтеллектуальное, содействующее приходу молодых одаренных людей в фундаментальную и прикладную науку, где сообщество той или иной научной школы – одно из важнейших средств воспитания студентов;
– пространство высокой коммуникативной культуры, толерантного диалогового взаимодействия студентов и преподавателей, студентов друг с другом;
– продвинутых информационно-коммуникационных технологий;
– открытое к сотрудничеству, с работодателями, с различными социальными партнерами, в том числе с зарубежными;
– ориентированное на психологическую комфортность, здоровый образ жизни, богатый событиями, традициями, обладающими высоким воспитательным потенциалом.

Средствами создания социокультурного пространства выступают: интеллектуально-творческая атмосфера вуза, включение воспитательных идей в содержание образовательных программ; традиции, корпоративные отношения, которые создают особый университетский дух; эстетическое окружение.

Источниками воспитания в университета являются: содержание образования, корпоративная культура, разнообразная деятельность (учебная, внеучебная, исследовательская, общественно-полезная, социально-культурная, инновационная).

Социокультурное пространство вуза призвано помочь молодому человеку войти в новое общество, освоить его ценности и нормы и успешно действовать в данной среде, помогает индивиду, с одной стороны, погрузиться в прошлое, почувствовать связь с ментальностью народа, всем человечеством, а с другой -

позволяет увидеть тенденции развития будущего общества. В этом процессе и происходит развитие личности.

К воспитательной деятельности университет привлекает социальных партнеров - РРОО "ИВПК "Десантное Братство", ОМОО «Российский союз сельской молодежи», Областное государственное бюджетное учреждение дополнительного образования «Центр одаренных детей «ГЕЛИОС», Рязанскую городскую станцию юных натуралистов , Рязанскую областную организацию ВОИ, РО ООО «Союз пенсионеров России», Агропромышленный союз товаропроизводителей Рязанской области, Рязанскую епархию Рязанской Митрополии Русской Православной церкви и др.

3. Управление системой воспитательной работы и мониторинг качества организации воспитательной деятельности

3.1. Воспитательная система и система управления воспитательной работой в образовательной организации высшего образования

Воспитательная система вуза представляет собой целостный комплекс воспитательных целей и задач, кадровых ресурсов, их реализующих в процессе целенаправленной деятельности, и отношений, возникающих между участниками воспитательного процесса.

Функциями управления системой воспитательной работы в университете выступают: анализ, планирование, организация, контроль и регулирование.

3.2. Студенческое самоуправление (со-управление) в университете

Студенческое самоуправление – это социальный институт, осуществляющий управленческую деятельность, в ходе которой обучающиеся принимают активное участие в подготовке, принятии и реализации решений, относящихся к жизни вуза и их социально значимой деятельности.

Цель студенческого самоуправления: создание условий для проявления способностей и талантов обучающихся, самореализации обучающихся через различные виды деятельности (проектную, волонтерскую, учебно-исследовательскую и научно-исследовательскую, студенческое международное сотрудничество, деятельность студенческих объединений, досуговую, творческую и социально-культурную, участие в организации и проведении значимых событий и мероприятий; участие в профориентационной и предпринимательской деятельности и др.).

Задачи студенческого самоуправления:

– сопровождение функционирования и развития студенческих объединений;

– правовая, информационная, методическая, ресурсная, психолого-педагогическая, иная поддержка органов студенческого самоуправления;
– подготовка инициатив и предложений для администрации университета, органов власти и общественных объединений по проблемам, затрагивающим интересы обучающихся и актуальные вопросы общественного развития;
– организация сотрудничества со студенческими, молодёжными и другими общественными объединениями в Российской Федерации и в рамках международного сотрудничества;
- формирование собственной активной социальной позиции студентов;
- развитие молодежного добровольчества (волонтерства);
- поддержка студентов в реализации студенческих инициатив.

3.3. Мониторинг качества воспитательной работы и условий реализации содержания воспитательной деятельности

С целью повышения эффективности воспитательной работы в начале и в конце учебного года проводится мониторинг состояния воспитательной работы в университете, определяющий жизненные ценности студенческой молодежи, возникающие проблемы, перспективы развития и т.д., на основании которого совершенствуются формы и методы воспитания.

Мониторинг качества воспитательной работы – форма организации сбора, хранения, обработки и распространения информации о системе воспитательной работы в университете, обеспечивающая непрерывное слежение и прогнозирование развития данной системы.

Способами оценки достижимости результатов воспитательной деятельности на личностном уровне выступают:
– методики диагностики ценностно-смысловой сферы личности и методики самооценки;
– анкетирование, беседа и др.;
– анализ результатов различных видов деятельности;
– фокус-группы;
– самооценка;
– портфолио и др.

Согласно целям и задачам, представленным в настоящей Программе, показателями эффективности воспитательной деятельности являются следующие критерии:

- ***количественные критерии***

- количество мероприятий, разных направлений и уровней, проведенных в университете:
- количество студентов, задействованных в мероприятиях;
-количество студентов, задействованных в кружковой и секционной работе;
- количество студентов, вовлеченных в деятельность студенческого самоуправления;
- количество правонарушений и преступлений;
- количество студентов, состоящих на профилактических учетах.

- ***качественные критерии***

-повышение уровня развития студенческой группы;
-удовлетворѐнность студентов жизнью в университете;
-повышение доли студентов, участвующих в мероприятиях различного уровня;
-снижение доли студентов, состоящих на профилактических учетах (от общего количества студентов).

Ключевым показателем эффективности воспитательной работы и условий реализации содержания воспитательной деятельности и моложеной политики выступает ***индекс эффективности воспитательной деятельности в вузах.***

Показатели индекса эффективности воспитательной деятельности в вузах:

- ***Вовлеченность студентов в Федеральную повестку реализации ГМП*;***
- ***Удовлетворенность внеучебной жизнью;***
- ***Удовлетворенность студентов инфраструктурой в вузе;***
- ***Привлекательность вуза для первокурсников;***
- ***Социально-психологическое самочувствие первокурсников;***
- ***Отношения студентов выпускных курсов к образовательной организации;***
- ***Взаимодействия студентов с преподавателями (ППС);***
- ***Доля студентов вуза, верящих в возможности самореализации в России;***
- ***Доверие к ректору.***

****Индикаторы эффективности МП:***

- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, участвующих в проводимых мероприятиях (в том числе в качестве зрителей);***
- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, участвующих в деятельности студенческого самоуправления, трудовых отрядов, волонтерских объединениях, научной и инновационной деятельности, творческих коллективов, спортивных секциях и т.п.;***
- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, проходящих подготовку по профильным программам дополнительного образования, участвующих в международных обменах;***
- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, регулярно занимающихся физической культурой и спортом (в том числе с ограниченными возможностями здоровья);***
- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, подписанных на официальные студенческие группы в социальных сетях, контактирующие с действующими студенческими медиа (you-tube-канал, радио, газеты и журналы).***

Обучающиеся университета учитывают свои индивидуальные достижения в Портфолио, которое содержит общую информацию об обучающемся и его заслугах в разных областях образовательного пространства.

Все участники Программы четко осознают, что главными составляющими стратегии работы должны быть:
- высокое качество всех мероприятий Программы;
- удовлетворение потребностей обучающихся, родительского сообщества, социальных партнеров, общества в целом.

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

Утверждаю:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки

35.04.06 _____Агроинженерия_____
(код) (название)

_____ Д. О. Олейник

«_20_» _____марта____ 2024г.

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

Методическое пособиедля студентов – магистрантов очной и заочной форм обучения направления подготовки: 35.04.06 Агроинженерия

РЯЗАНЬ 2024

Методическое пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения направлению подготовки (специальности) 35.04.06 «Агроинженерия»

Разработчики: заведующий кафедрой «ТС в АПК»

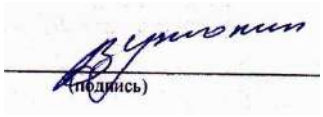
(должность, кафедра)

_ _____В.М. Ульянов_____

(Ф.И.О.)

доцент кафедры «ТС в АПК»_____

(должность, кафедра)



_ _____В.В. Утолин_____

(Ф.И.О.)

доцент кафедры «ТС в АПК»_____

(должность, кафедра)

_ _____Н.Е. Лузгин_____

(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» марта 2024г., протокол №8

Заведующий кафедрой ___« ТС в АПК»_____

(кафедра)

_ В.М.Ульянов_____

(Ф.И.О.)

ВВЕДЕНИЕ

Многоуважаемый студент!!

Данное методическое пособие предназначено для тех, кто изучает курс логики и методологии научных исследований. Введение подобной формы обусловлено:

1) необходимостью понятного и доступного и непротиворечивого изложения значительного объема материала в границах учебных занятий;

2) недостаточностью приемлемой учебной литературы по предмету. Текст тезис-конспекта объединяет систематически изложенный материал наиболее известных авторов учебников и учебных пособий по логике.

3) необходимостью оптимально использовать рабочее время студентов на лекции.

На зачете/экзамене тезисное изложение любого вопроса **не может** считаться исчерпывающим. Оно требует от студента проведения значительной теоретической и практической интеллектуальной работы, где сами тезисы выступают лишь в качестве матрицы, ориентиров освоения предмета и основных принципов науки логики и методологии научных исследований.

Практическое занятие 1

ГИПОТЕЗА

Гипотеза — это мысль, для которой имеют место основания, не являющиеся достаточными. Гипотеза возникает как результат умозаключений, дающих лишь вероятный вывод, или как достоверный вывод из вероятных посылок.

Задания

I. Сформулируйте выдвигаемую в следующих отрывках гипотезу и выясните тип умозаключений, которые привели к ее возникновению.

1) «Взаимное соотношение магнитных силовых линий и электрической оси активности стало известным еще со времен Эрстеда и Ампера. Это при наличии тех соображений, которые я стремился развить, позволяет нам высказать догадку или суждение с некоторой определенной степенью вероятности касательно природы линий магнитной силы. Я склоняюсь к мысли, что они физически существуют соответственно их аналогу, электрическим линиям, и, принимая это во внимание, я далее ставлю вопрос, вероятно ли предположение, что они характеризуются динамическими условиями аналогично тому, что имеет место в отношении электрической оси, с которой они столь тесно и, быть может, неизбежно связаны, причем в данном случае возникла бы идея о магнитных токах; или они образованы некоторым состоянием напряжения вокруг электрической оси и могут быть рассматриваемы поэтому как статические по своей природе (М. Фарадей. Экспериментальные исследования).

2) «Совершенно своеобразное и поразительное по своим результатам применение метода умозаключения от акустических отношений к оптическим дал в 1842 г. Х. Допплер. Ему пришла в голову мысль, что *ощущение* волнообразного движения должно зависеть не только от длины его волны, но также *и от движения воспринимающего органа* и самого источника волнообразного движейия, это обстоятельство должно иметь одинаковое значение как для звука, так и для света» (Ф. Розенбергер. История физики, ч. III, вып. 2).

3) Обратив внимание на то, что 4=2+2; 6=3+3; 8= 5+3; 10=5+5; 12=7+5; 14=7+7, Гольдбах высказал предположение о том, что любое четное число можно представить в виде суммы двух простых чисел.

4) «Почти все реки Уссурийского края имеют течение довольно прямое до тех пор, пока текут по

продольным межскладчатым долинам. Но как только они выходят из гор на низины, начинают делать меандры (излучины — А. У.). Тем более это удивительно, что состав берегов всюду один и тот же: под дерном лежит небольшой слой чернозема, ниже — супесок, а еще ниже толщи ила вперемежку с галькой. Я думаю, это можно объяснить так: пока река течет в горах, она может уклоняться в стороны только до известных пределов. Благодаря крутому падению тальвега вода в реке движется быстро, смывает все, что попадается ей на пути, и выпрямляет течение. Река действует в одно и то же время и как пила и как напильник. Совсем иное дело на равнине. Здесь быстрота течения значительно уменьшается, глубина становится ровнее, берега однообразнее. При этих условиях немного нужно, чтобы заставить реку изменить направление, например', случайное скопление в одном месте глины или гальки, тогда как рядом находятся рыхлые пески» (В. К. Арсеньев. В дебрях Уссурийского края).

5) «В 1784 году академик П. Б. Иноходцев, составлявший в Курской губернии карту генерального межевания, обратил внимание на то, что магнитная стрелка в некоторых местах ведет себя «ненормально». Он даже написал об этом, но его открытие в общем прошло незамеченным. Вторично и на этот раз основательно Курская магнитная аномалия была открыта только через 90 лет приват-доцентом Казанского университета И. Н. Смирновым, который проводил магнитную съемку в Европейской части России.

О каких «ненормальностях» магнитной стрелки шла речь?

Как известно, земной шар представляет собой огромный магнит, полюсы которого не совпадают с северным и южным географическими полюсами земли. Земной магнетизм (геомагнетизм) обусловливает существование вокруг земного шара магнитного поля, аналогичного полю, которое существует вокруг любого магнита.

Наденем свободно вращающуюся магнитную стрелку на горизонтальный стержень и совершим вдоль какого-нибудь меридиана воображаемое путешествие от северного магнитного полюса к экватору. Первоначально в точке магнитного полюса стрелка будет стоять строго вертикально, под прямым углом к плоскости горизонта.

Но по мере удаления от полюса острие стрелки будет постепенно подниматься, угол с плоскостью горизонта — становиться все меньше и меньше, и когда мы очутимся на экваторе, стрелка займет горизонтальное положение (угол, который на полюсе составляет 90°, здесь будет равен нулю).

Угол, о котором мы говорим, называется магнитным наклонением, и постепенное равномерное уменьшение этого угла при движении от полюса к экватору — явление нормальное.

Теперь представим себе, что наше воображаемое путешествие мы совершаем по одному из меридианов, проходящему через Курскую область. И вот, когда мы попадем в эту область, мы заметим, что во многих местах магнитная стрелка ведет себя странно. Так, в одной из деревень (это было впервые обнаружено в 1898 году) по одну сторону кладбища магнитное наклонение составляет 70 градусов, а по другую его сторону на расстоянии всего 400 метров — 82 градуса. Нормальная же величина наклонения равнялась бы для этих мест 63 градусам 50 минутам. Вот какие резкие магнитные аномалии имеют место в Курской области!

Открытие Смирнова не было забыто, как это случилось с его незадачливым предшественником. Однако понадобилось еще целое десятилетие, прежде чем на курских полях начали производить магнитные съемки. Были проведены магнитные наблюдения в различных местах Курской губернии, но полученные результаты оказались противоречивыми и неясными.

Первый, кто всерьез занялся изучением курских магнитных аномалий, был профессор Московского университета Эрнест Егорович Лейст. Это было в 1894 году. Данные предшественников и собственные исследования привели его к выводу: причина курских аномалий — наличие железных руд» («Знание — сила», 1957, № 11).

6) «Общеизвестно, что отделенные от организма ткани про-должают некоторое время оставаться живыми, если условия их хранения (температурные и другие) не убивают их сразу. Но раз ткань, отделенная от организма и сохраненная на холоде, продолжает жить, то приходится допустить, что она биохимически перестраивается и в ней образуются какие-то вещества, которые стимулируют, при неблагоприятных условиях среды, жизненные процессы в этой ткани. Эти вещества впоследствии назвал *биогенными стимуляторами,* по происхождению их из живой ткани» (В. П. Филатов. Мои пути в науке).

7) Известно, что еще задолго до путешествий Дежнева и Беринга на венецианских картах изображался пролив между Азией и Америкой. Откуда венецианские картографы об этом узнали?

«Над этим Еопросом долгое время думали многие историки и географы. Было написано немало книг, в которых высказывались самые разнообразные предположения. Убедительнее всего об этом писал известный советский ученый Лев Семенович Берг.

Как известно, в начале XVI столетия Магеллан совершил свое первое кругосветное плавание и открыл пролив, соединяющий Атлантический океан с Тихим. Это было важное открытие, подтверждающее шарообразность Земли.

После этого некоторые мореплаватели и ученые стали высказывать предположение, что, если на юге американского материка есть пролив, подобный ему пролив должен быть и на севере. Их доводы напоминали гипотезу древних греков и римлян о большой суше в Южном полушарии, которая должна уравновешивать огромные материковые массы Северного полушария». (С. В. Узин. Загадки материков и океанов).

II. Выясните, какие из гипотез предыдущего упражнения 1) *устанавливают* новые *факты,* 2) *обобщают* факты и 3) *объясняют* факты.

Ответы к заданиям

I. 1) Магнитные силовые линии существуют реально. Гипотеза возникла на основании аналогии. 2) Восприятие света, как и звука, зависит от движения источника волн и воспринимающего органа. Гипотеза возникла на основании аналогии. 3) Любое четное число представимо в виде суммы двух простых чисел. Вывод сделан на основании неполной индукции. 4) Причиной различия в направлении течения уссурийских рек в горах и на равнине является разница в скорости движения воды. Вывод сделан на основе методов различия и сходства. 5) В Курской губернии имеются крупные залежи железных руд. Гипотеза возникла на основе условно-категорического умозаключения — от утверждения следствия к утверждению основания. 6) Существуют особые вещества, стимулирующие жизненные процессы,— биогенные стимуляторы. Вывод от утверждения следствия к утверждению основания. 7) Здесь две гипотезы, точнее гипотеза о гипотезе. Берг высказывает гипотезу о том, как возникла гипотеза венецианцев на основе аналогии с гипотезами древних греков и римлян о южном материке. Согласно гипотезе Берга, гипотеза о существовании северного пролива возникла на основе аналогии с южным — Магеллановым проливом.

II. Гипотезы о существовании фактов — 1), 2), 5), 6), 7); обобщающая гипотеза — 3); объясняющие гипотезы — 4), 5), 6), 7).

ВЕРОЯТНОСТЬ ГИПОТЕЗЫ

Вероятность гипотезы определяется вероятностью вывода, который является ее основанием. Чем больше оснований, тем более вероятна гипотеза. Гипотеза тем менее вероятна, чем больше оснований у противоречащей ей гипотезы. Чем больше дополнительных предположений требуется, чтобы привести гипотезу в соответствие с фактами (и чем меньше они сами по себе вероятны), тем менее вероятна гипотеза.

Задания

I. Какая из следующих гипотез более вероятна и почему?

1) *a.* На Марсе есть жизнь.
   b. На Луне есть жизнь.

2) Иванов и Петров учились в 1955—1960 годах в Московском университете им.М. В. Ломоносова.
   a. Они знали друг друга.
   b. Они не знали друг друга.

3) Иванов и Петров слушали в течение нескольких лет лекции на одном и том же потоке.

a. Они знали друг друга.
b. Они не знали друг друга.

4) Сравните вероятность соответствующих гипотез в примерах 2) и 3).

II. Как изменение фактов меняет вероятность гипотезы?

1) «Управляющий популярного ресторана, открытого допоздна, возвратился в свой загородный дом, как обычно, значительно позже полуночи. Когда он остановил автомобиль, чтобы открыть дверь своего гаража, он был остановлен и ограблен двумя субъектами в масках. Полиция, обследовавшая место происшествия, в палисаднике дома жертвы нашла темно-серую тряпку. Эта тряпка могла быть использована одним из грабителей в качестве маски. Полиция допросила в близлежащем городе несколько лиц. Один из допрошенных имел пальто с большой дырой в подкладке, но в остальном находившееся в хорошем состоянии. Тряпка, найденная в палисаднике, была из того же материала, что. и подкладка, и в точности соответствовала дыре. Обладатель этого пальто был арестован и обвинен в участии в ограблении» (Д. Пойа. Математика и правдоподобные рассуждения, М., 1957).

2) Те же факты, только дыра на подкладке больших размеров, чем найденная на месте преступления тряпка.

3) Те же факты, только дыра на подкладке меньших размеров, чем тряпка, найденная на месте преступления.

4) Те же факты, что и в случае 1), но материал подкладки отличается от материала тряпки, найденной на месте преступления.

5) Кроме перечисленных в случае 1) фактов, известно, что накануне описанного преступления арестованный долго не мог найти свое пальто, а потом обнаружил на том же месте, на котором ранее безуспешно искал его.

6) Кроме перечисленных фактов, на тряпке обнаружены отпечатки пальцев обвиняемого.

7) Кроме перечисленных фактов, на тряпке обнаружены следы пальцев, отпечатки которых не совпадают с отпечатками пальцев обвиняемого.

Ответы к заданиям

I. 1) Обе гипотезы основаны на аналогии. Первая гипотеза более вероятна, так как общие для Земли и Марса признаки более многочисленны и существенны,

чем для Земли и Луны. 2) Вторая гипотеза более вероятна: число студентов МГУ, не знающих друг друга, больше, чем число знающих. Следовательно, вторая гипотеза основана на более вероятной предпосылке, вывод из которой поэтому будет более вероятным. 3) Те же соображения, что и в предыдущем примере, говорят в пользу гипотезы **а**.

II. Гипотеза о том, что обвиняемый — преступник, в случае 2) имеет меньшую вероятность, чем 1), так как в случае 2) требуется дополнительное предположение о том, что обвиняемый увеличил дыру на подкладке.

Гипотеза 3) гораздо менее вероятна, чем 2), так как требует большее число маловероятных допущений.

Гипотеза 4) менее вероятна, чем 1), так как требует предположения о том, что обвиняемый или сменил подкладку, сделав такую же дыру, или использовал для маски уже имевшуюся заплату.

Гипотеза 5) менее вероятна, чем 1), так как в этом случае имеются основания для противоречащей гипотезы: кто-то сознательно подстроил улики, чтобы владелец пальто был обвинен.

В случае 6) вероятность гипотезы увеличивается, так как появляется новое основание.

В случае 7) вероятность гипотезы уменьшается, так как появляется основание для противоречащей гипотезы.

Практическое занятие 2

Расчет погрешности измерения.
Обработка результатов измерений диаметра детали при малом числе наблюдений.

Представлены результаты измерений размеров в двух плоскостях в порядке возрастания их значений, мм:

x	10.2	10.25	10.3
y	10.05	10.15	10.20

Количество замеров в каждой плоскости k1 = 3; k2 = 3.

Среднее арифметическое значение наблюдений, мм:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{k1} x_i}{k1} = \frac{10.2 + 10.25 + 10.3}{3} = 10.25\,; \qquad \overline{y} = \frac{\sum_{i=1}^{k2} y_i}{k2} = \frac{10.05 + 10.15 + 10.2}{3} = 10.133$$

Ошибка отдельного наблюдения, мм:

$$\varepsilon_{xi} = |x_i - \overline{x}| \quad ; \qquad \varepsilon_{yi} = |y_i - \overline{y}|$$

ε_{xi}	0.05	0	0.05
ε_{yi}	0.083	0.017	0.067

Среднеквадратическое отклонение результатов:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k1} (\varepsilon_{xi})^2}{k1 - 1}} \quad ; \qquad S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k2} (\varepsilon_{yi})^2}{k2 - 1}}$$

				Σ
$(\varepsilon_{xi})^2$	0.0025	0	0.0025	0.005
$(\varepsilon_{yi})^2$	0.006889	0.000289	0.004489	0.011667

$$S_x = \sqrt{\frac{0.005}{3-1}} = 0.05 \quad ; \qquad S_y = \sqrt{\frac{0.011667}{3-1}} = 0.076$$

Допустимая ошибка наблюдений:

$$\varepsilon_x = \beta \cdot S_x \quad ; \qquad \varepsilon_y = \beta \cdot S_y \ ,$$

где β – критерий анормальности (при трех наблюдениях β = 1,15).

$$\varepsilon_x = 1.15 \cdot 0.05 = 0.058 \quad ; \qquad \varepsilon_y = 1.15 \cdot 0.076 = 0.087$$

Если значения ошибки отдельного наблюдения больше допустимой ошибки наблюдений, то такие наблюдения исключаются, а обработка замеров повторяется.

В нашем случае все $\varepsilon_{xi} < \varepsilon_x$ и все $\varepsilon_{yi} < \varepsilon_y$, поэтому исключать отдельные замеры не требуется.

Ошибка среднего арифметического:

$$S_{0x} = \frac{S_x}{\sqrt{k1}} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \quad ; \qquad S_{0y} = \frac{S_y}{\sqrt{k2}} = \frac{0.076}{\sqrt{3}} = 0.044$$

Строим доверительные интервалы. Уровень значимости ошибки α = 0.05.

Границы доверительного интервала, мм:

$$X1 = \overline{x} - T1 \cdot S_{0x} \ , \qquad X2 = \overline{x} + T1 \cdot S_{0x} \qquad ; \qquad Y1 = \overline{y} - T2 \cdot S_{0y} \ , \qquad Y2 = \overline{y} + T2 \cdot S_{0y}$$

T1, T2 – критические точки распределения Стьюдента с (k-1=2) степенями свободы и заданным уровнем значимости α = 0.05 (находятся по таблице критических точек Стьюдента для двусторонней критической области).

T1 = T2 = t(0.05, 2) = 4.303.

С доверительной вероятностью 1-α = 0.95 выполняется:

$X1 < x \le X2$; $Y1 < y \le Y2$

$10.126 < x \le 10.374$; $9.944 < y \le 10.323$

Практическое занятие 3

Корреляционный анализ

Корреля́ция (от лат. *correlatio* — соотношение, взаимосвязь), **корреляционная зависимость** — статистическая взаимосвязь двух или нескольких случайных величин. При этом изменения значений одной или нескольких из этих величин сопутствуют систематическому изменению значений другой или других величин. Математической мерой корреляции двух случайных величин служит **корреляционное отношение** , либо **коэффициент корреляции** $\mathbf{R}$(или $\mathbf{r}$).
Отрицательная корреляция — корреляция, при которой увеличение одной переменной связано с уменьшением другой. При этом коэффициент корреляции будет отрицательным. *Положительная корреляция* в таких условиях — это такая связь, при которой увеличение одной переменной связано с увеличением другой переменной. Возможна также ситуация отсутствия статистической взаимосвязи — например, для независимых случайных величин.

На практике, как правило, мы имеем дело с выборкой – конечным числом наблюдений. Поэтому истинный коэффициент корреляции не известен, а вычисляют его оценку – выборочный коэффициент корреляции, – которую затем подвергают статистической проверке на значимость.

Выборочный коэффициент корреляции Пирсона:

$$\hat{r}_{yx} \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}}, \qquad \bar{x}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i, \qquad \bar{y}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}y_i \tag{1}$$

Коэффициент $\hat{r}_{yx}$ по модулю не превосходит единицу: $|\hat{r}_{yx}|<1$. Близкие к единице (по модулю) значения выборочного коэффициента $\hat{r}_{yx}$ показывают, что между случайными величинами X и Y есть зависимость (в этом случае говорят, что коэффициент корреляции $\hat{r}_{yx}$ – значим).

Зная выборочное значение коэффициента корреляции $\hat{r}_{yx}$, можно проверить гипотезу о незначимости r_{yx} H_o: $r_{yx}=0$ (наблюдаемые случайные величины X и Y некоррелированны).

С этой целью вводится величина, зависящая от $\hat{r}_{yx}$:

$$t_r = \frac{|\hat{r}_{yx}|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\hat{r}_{yx}^2}} \tag{2}$$

Величина t_r называется t-критерием коэффициента корреляции. Найденное значение $|t_r|$ сравнивается с табличным значением t-критерия с параметрами α и n-2 , где α – уровень значимости, n-2 – число степеней свободы распределения Стьюдента (n – объем выборки).

Если $|t_r| < T_r = t(\alpha,n-2)$, то гипотеза H_0: $r_{yx}=0$ принимается с вероятностью 1-α правильности решения.

Если $\hat{r}_{yx} > 0$ и $|t_r| > T_r(\alpha,n-2)$ то гипотеза H_1 : $r_{yx} \neq 0$ принимается с вероятностью ошибки α, то есть делается вывод о существовании корреляции между переменными X и Y.
$T_r(\alpha,n-2)$ – критическая точка распределения Стьюдента с n-2 степенями свободы и заданным уровнем значимости α (находится по таблице критических точек распределения Стьюдента для двусто-

ронней критической области).

Пример 1. Найти коэффициент корреляции между урожайностью пшеницы и картофеля на соседних полях по следующим данным:

Годы	**1926**	**1927**	**1928**	**1929**	**1930**	**1931**	**1932**	**1933**	**1934**	**1935**	**1936**	**1937**
Пшеница, (ц)	20,1	23,6	26,3	19,9	16,7	23,2	31,4	33,5	28,2	35,3	29,3	30,5
Картофель, (ц)	7,2	7,1	7,4	6,1	6,0	7,3	9,4	9,2	8,8	10,4	8,0	9,7

Проверить значимость полученного результата при $\alpha = 0{,}10$.

Решение.

Количество пар измерений n = 12.

Для вычисления табличным способом выборочного коэффициента корреляции Пирсона $\hat{r}_{yx}$ по формуле (1) вводятся вспомогательные строки и столбцы:

Номер измерения i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	**Σ**	**Σ/n**
x_i	20,1	23,6	26,3	19,9	16,7	23,2	31,4	33,5	28,2	35,3	29,3	30,5	318	26,5
y_i	7,2	7,1	7,4	6,1	6	7,3	9,4	9,2	8,8	10,4	8	9,7	96,6	8,05
$x_i - \overline{x}$	-6,40	-2,90	-0,20	-6,60	-9,80	-3,30	4,90	7,00	1,70	8,80	2,80	4,00	-	-
$y_i - \overline{y}$	-0,85	-0,95	-0,65	-1,95	-2,05	-0,75	1,35	1,15	0,75	2,35	-0,05	1,65	-	-
$(x_i - \overline{x}) \cdot (y_i - \overline{y})$	5,44	2,76	0,13	12,87	20,09	2,48	6,62	8,05	1,28	20,68	-0,14	6,60	86,84	-
$(x_i - \overline{x})^2$	40,96	8,41	0,04	43,56	96,04	10,89	24,01	49,00	2,89	77,44	7,84	16,00	377,08	-
$(y_i - \overline{y})^2$	0,72	0,90	0,42	3,80	4,20	0,56	1,82	1,32	0,56	5,52	0,00	2,72	22,57	-

Выборочный коэффициент корреляции: $\hat{r}_{yx} = \dfrac{86{,}84}{\sqrt{377{,}08 \cdot 22{,}57}} = 0{,}94$

Рассчетное значение t-критерия по формуле (2): $t_r = \dfrac{0{,}94 \cdot \sqrt{12-2}}{\sqrt{1-0{,}94^2}} = 8{,}71$. Табличное значение t-критерия: $T_r(\alpha, n\text{-}2) = T_r(0.10, 8) = 1{,}86$

$|t_r| > T_r$. Вывод: коэффициент корреляции значим на уровне $\alpha = 0{,}10$.

Практическое занятие 4

Проверка условия воспроизводимости опытов

Для анализа опытных данных, особенно при проведении экстремальных экспериментов, обязательна проверка однородности (равноточности) дисперсий. Проверку удобнее проводить с помощью критерия Кохрена (G-критерий). Условие однородности опытов предполагает примерно одинаковое влияние ошибок и случайных прмех по всем точкам в матрице планирования. Другими словами, дисперсии парралельных опытов (повторностей) должны быть сравнимы между собой. Критерий Кохрена применяется в случае, когда число повторностей опытов одинаково во всех строках матрицы опытов и представляет собой отношение максимальной из построчных дисперсии к сумме всех дисперсий

$$G = \frac{\sigma_{i\ \max}^2}{\sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2} \qquad (1)$$

где n – число строк плана (количество опытов).

Построчные дисперсии вычисляются по формуле

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum_{k=1}^{m} (y_{ik} - \bar{y}_i)^2}{m-1} \qquad (2)$$

где m – число параллельных опытов (повторностей);

y_{ik} – значение зависимой переменной (результата измерений) в k-й повторности i-го опыта;

$\bar{y}_i$ – среднее значение зависимой переменной в i-й строке матрицы планирования.

Вычисленное значение G-критерия сравнивается с табличным. Табличное значение критерия Кохрена $G_{таб}$ находится по числу степеней свободы ν = m-1 и величине n – числа опытов.

Если $G < G_{таб}$, то дисперсии однородны.

Если $G > G_{таб}$, то либо повысить точность замеров, либо улучшить стабильность процесса путем установления меньших интервалов варьирования факторов, или увеличить повторность в экспериментах.

i	x_i	Наблюдения y_{ik}		
		y_{i1}	y_{i2}	y_{i3}
1	12	91,2	91,5	91,8
2	14	94,3	94	93,8
3	16	96,4	96,1	95,8
4	18	97,5	97,4	97
5	20	98,9	98,5	98,2
6	22	97,3	97	96,8
7	24	95,5	94,7	94,5

Сделать вывод об однородности опытов при помощи G-критерия Кохрена

Пример. В результате проведения опытов известны исходные значения уровней факторов и получены данные величины отклика.

Количество факторов: 1

Количество уровней фактора в опыте: n = 7

Количество повторностей каждого опыта: m = 3

Результаты эксперимента сведены в таблицу

Решение.

Добавим вспомогательные строки и столбцы

i	X_i	Наблюдения Y_{ik}			$Y_{i\,ср}$	σ^2_i	
		Y_{i1}	Y_{i2}	Y_{i3}			
1	12	91,2	91,5	91,8	91,5	0,0900	
2	14	94,3	94	93,8	94,0	0,0633	
3	16	96,4	96,1	95,8	96,1	0,0900	
4	18	97,5	97,4	97	97,3	0,0700	
5	20	98,9	98,5	98,2	98,5	0,1233	
6	22	97,3	97	96,8	97,0	0,0633	
7	24	95,5	94,7	94,5	94,9	0,2800	← σ^2_{max}
					$\Sigma\sigma^2_i$ =	0,7800	

По формуле (1) вычисляем коэффициент:

G = 0,28 / 0,78 = 0,359

Находим табличное критическое значение при n = 7; ν = 3-1 = 2.

$G_{таб}$ = 0,5612

G < $G_{таб}$

Вывод: дисперсии однородны.

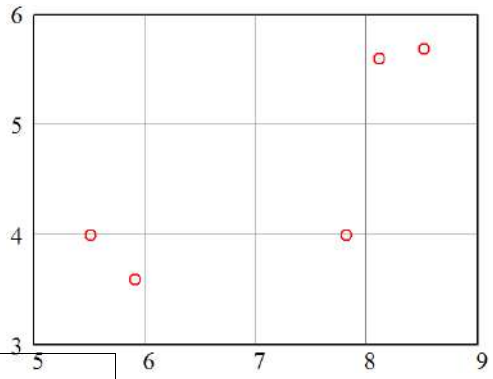
Практическое занятие 5

Простая линейная регрессия.

Пример. Результаты наблюдений зависимой переменной (y) и фактора (x) следующие:

x	y
5,5	4
8,1	5,6
8,5	5,7
5,9	3,6
7,8	4

Построение диаграммы рассеяния исходных данных



Введем вспомогательные строки и столбцы:

i	x_i	y_i	x_i^2	y_i^2	$x_i y_i$
1	5,5	4	30,25	16	22
2	8,1	5,6	65,61	31,36	45,36
3	8,5	5,7	72,25	32,49	48,45
4	5,9	3,6	34,81	12,96	21,24
5	7,8	4	60,84	16	31,2
Σ	**35,8**	**22,9**	**263,76**	**108,81**	**168,25**

Вычислим средние значения факторной и результативной переменных:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{35,8}{5} = 7,16 \qquad \overline{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} = \frac{22,9}{5} = 4,58$$

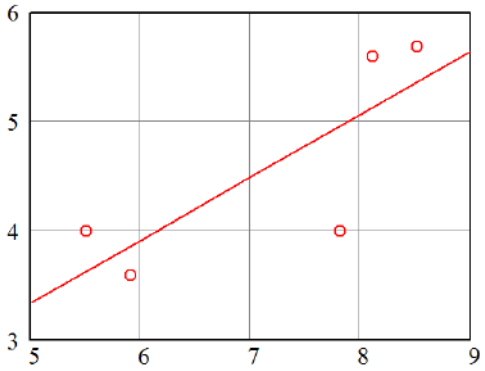
Оценки параметров линейной регрессии $y = a_0 + a_1 \cdot x$ определяются:

$$\hat{a}_1 = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \qquad \hat{a}_0 = \overline{y} - \hat{a}_1 \cdot \overline{x}$$

$$\hat{a}_1 = \frac{5 \cdot 168,25 - 35,8 \cdot 22,9}{5 \cdot 263,76 - 35,8^2} = 0,577 \qquad \hat{a}_0 = 4,58 - 0,577 \cdot 7,16 = 0,449$$

Таким образом, уравнение регрессии Y на x имеет вид: $\hat{y} = 0,449 + 0,577 \cdot x$

Диаграмма рассеяния исходных данных и прямая регрессии Y на x показаны на рисунке:



Для регрессии Y на x вычислим остатки

$e_i = y_i - (\hat{a}_0 + \hat{a}_1 \cdot x_i)$

$e_1 = 4 - (0,449 + 0,577 \cdot 5,5) = 0,378$

$e_2 = 5,6 - (0,449 + 0,577 \cdot 8,1) = 0,477$

$e_3 = 5,7 - (0,449 + 0,577 \cdot 8,5) = 0,347$

$e_4 = 3,6 - (0,449 + 0,577 \cdot 5,9) = -0,253$

$e_5 = 4 - (0,449 + 0,577 \cdot 7,8) = -0,95$

Остаточная сумма квадратов $Q_e = \sum_{i=1}^{n} e_i^2$

$Q_e = 0,378^2 + 0,477^2 + 0,347^2 + (-0,253)^2 + (-0,95)^2 \approx 1,456$

Оценка дисперсии ошибок наблюдений $S^2 = \frac{Q_e}{n-k}$, где k – число оцениваемых параметров (для простой линейной регрессии $k = 2$).

$S^2 = \frac{1,456}{5-2} = 0,485$

Коэффициент детерминации

$$R^2 = 1 - \frac{Q_e}{\sum (y_i - \overline{y})^2} = 1 - \frac{Q_e}{\sum y_i^2 - n \cdot (\overline{y})^2} = 1 - \frac{1,456}{108,81 - 5 \cdot 4,58^2} = 0,629$$

Практическое занятие 6

Планирование эксперимента. Обработка и анализ экспериментальных данных.

Построение экспериментальной модели обезвоживания картофельной мезги в шнековом прессе.

Анализ априорной информации и предварительные эксперименты показали, что конечная влажность отжатой мезги (W, %) нелинейно зависит от таких факторов, как начальная влажность исходного материала ($W_н$, %), ширина выходного окна (c, мм) и частота вращения шнека (n, об/мин). Поэтому, для математического описания процесса отжима влаги из мезги принимаем уравнение второго порядка следующего вида:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{k} b_i x_i + \sum_{i<j}^{k} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{k} b_{ii} x_i^2 \qquad (1)$$

где y – среднее значение отклика (критерий оптимизации); b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коэффициенты уравнения регрессии; x_i, x_j – независимые переменные (факторы); k – число независимых переменных.

Раскроем операторы суммирования при $k = 3$. Уравнение примет вид:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2 \qquad (1^*)$$

С целью получения математической модели процесса был использован трехуровневый план Бокса-Бенкина. Опыты при реализации плана проводились с трехкратной повторностью. Уровни варьирования факторов и матрица плана представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Уровень и интервал варьирования	Факторы		
	Начальная влажность исходного материала $W_н$, %	Ширина выходного окна c, мм	Частота вращения шнека n, об/мин
	x_1	x_2	x_3
Верхний уровень (+1)	90	25	10,45
Основной уровень (0)	85	15	7,35
Нижний уровень (-1)	80	5	4,25
Интервал варьирования d	5	10	3,1

Кодирование факторов (приведение натуральных значений к уровням +1, 0, -1) производится по формуле:

$$X_i = \frac{x_i - x_i^{(0)}}{d_i} \qquad (2)$$

где X_i – кодированное значение i-го фактора; x_i – натуральное значение i-го фактора; $x_i^{(0)}$ – натуральное значение i-го фактора на основном (нулевом) уровне; d_i – интервал варьирования i-го фактора в натуральном значении.

Таблица 2

t	X_1	X_2	X_3	y
1	1	1	0	80
2	-1	-1	0	53,61
3	1	-1	0	63,36
4	-1	1	0	65,43
5	1	0	1	78,3
6	-1	0	-1	61,6
7	1	0	-1	71,2
8	-1	0	1	64,04
9	0	1	1	73,84
10	0	-1	-1	55,97
11	0	1	-1	68,1
12	0	-1	1	58,36
13	0	0	0	69,5
14	0	0	0	70
15	0	0	0	69,13

Среднее значение отклика в нулевых точках плана (t = {13,14,15}):

$$\overline{y}_0 = \frac{\sum_{t=1}^{N_0} y_{0t}}{N_0} \qquad (3)$$

где y_{0t} – значение отклика в нулевых точках плана; N_0 – количество нулевых точек.

$$\overline{y}_0 = \frac{69,5 + 70 + 69,13}{3} = 69,543$$

Расчет коэффициентов регрессии производится по формулам:

$$b_0 = \overline{y}_0 \tag{4а}$$

$$b_i = A \cdot \sum_{t=1}^{N} X_{it} \cdot y_t \tag{4б}$$

$$b_{ij} = D \cdot \sum_{t=1}^{N} x_{it} \cdot x_{jt} \cdot y_t \tag{4в}$$

$$b_{ii} = B \cdot \sum_{t=1}^{N} X_{it}^2 \cdot y_t + \left[C \cdot \sum_{g=1}^{k} \sum_{t=1}^{N} X_{gt}^2 \cdot y_t - \frac{\overline{y}_0}{\rho} \right] \tag{4г}$$

где A, B, C, D, ρ – коэффициенты, $A = \frac{1}{8}; B = \frac{1}{4}; C = -\frac{1}{16}; D = \frac{1}{4}; \rho = 2.$

Для упрощения вычислений строится вспомогательная таблица.

Таблица 3

t	$X_{1t} \cdot y_t$	$X_{2t} \cdot y_t$	$X_{3t} \cdot y_t$	$X_{1t} \cdot X_{2t} \cdot y_t$	$X_{1t} \cdot X_{3t} \cdot y_t$	$X_{2t} \cdot X_{3t} \cdot y_t$	$X_{1t}^2 \cdot y_t$	$X_{2t}^2 \cdot y_t$	$X_{2t}^2 \cdot y_t$
1	80	80	0	80	0	0	80	80	0
2	-53,61	-53,61	0	53,61	0	0	53,61	53,61	0
3	63,36	-63,36	0	-63,36	0	0	63,36	63,36	0
4	-65,43	65,43	0	-65,43	0	0	65,43	65,43	0
5	78,3	0	78,3	0	78,3	0	78,3	0	78,3
6	-61,6	0	-61,6	0	61,6	0	61,6	0	61,6
7	71,2	0	-71,2	0	-71,2	0	71,2	0	71,2
8	-64,04	0	64,04	0	-64,04	0	64,04	0	64,04
9	0	73,84	73,84	0	0	73,84	0	73,84	73,84
10	0	-55,97	-55,97	0	0	55,97	0	55,97	55,97
11	0	68,1	-68,1	0	0	-68,1	0	68,1	68,1
12	0	-58,36	58,36	0	0	-58,36	0	58,36	58,36
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	**48,18**	**56,07**	**17,67**	**4,82**	**4,66**	**3,35**	**537,54**	**518,67**	**531,41**

Свободный член уравнения $b_0 = 69{,}543$

Коэффициенты линейных членов уравнения:

$$b_1 = \frac{48{,}18}{8} = 6{,}023; \qquad b_2 = \frac{56{,}07}{8} = 7{,}009; \qquad b_3 = \frac{17{,}67}{8} = 2{,}209$$

Коэффициенты членов уравнения, содержащих взаимодействия:

$$b_{12} = \frac{4{,}82}{4} = 1{,}205; \qquad b_{13} = \frac{4{,}66}{4} = 1{,}165; \qquad b_{23} = \frac{3{,}35}{4} = 0{,}838$$

В формуле (4г) для вычисления коэффициентов квадратичных членов уравнения выражение в квадратных скобках является константой по i.

$$C \cdot \sum_{g=1}^{k} \sum_{t=1}^{N} X_{gt}^2 \cdot y_t - \frac{\overline{y}_0}{\rho} = -\frac{537{,}54 + 518{,}67 + 531{,}41}{16} - \frac{69{,}543}{2} = -134$$

Коэффициенты квадратичных членов уравнения:

$$b_{11} = \frac{537,54}{4} - 134 = 0,387; \quad b_{22} = \frac{518,67}{4} - 134 = -4,330; \quad b_{33} = \frac{531,41}{4} - 134 = -1,145$$

Модель регрессии принимает следующий вид (в кодированных значениях факторов):

$$\begin{aligned} y = {} & 69,543 + 6,023 \cdot X_1 + 7,009 \cdot X_2 + 2,209 \cdot X_3 + \\ & + 1,205 \cdot X_1 \cdot X_2 + 1,165 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,838 \cdot X_2 \cdot X_3 + \\ & + 0,387 \cdot X_1^2 - 4,330 \cdot X_2^2 - 1,145 \cdot X_3^2 \end{aligned} \qquad (5)$$

По полученному уравнению вычисляются значения зависимой переменной в каждой точке плана y_t. Результаты сводятся в таблицу. Для расчета дисперсий вводятся вспомогательные столбцы.

Таблица 4

t	X_1	X_2	X_3	y	y	$y - y$	$(y - y)^2$	$y_0 - \overline{y}_0$	$(y_0 - \overline{y}_0)^2$
1	1	1	0	80	79,84	0,16	0,0268	-	-
2	-1	-1	0	53,61	53,77	-0,16	0,0268	-	-
3	1	-1	0	63,36	63,41	-0,05	0,0024	-	-
4	-1	1	0	65,43	65,38	0,05	0,0024	-	-
5	1	0	1	78,3	78,18	0,12	0,0141	-	-
6	-1	0	-1	61,6	61,72	-0,12	0,0141	-	-
7	1	0	-1	71,2	71,43	-0,23	0,0546	-	-
8	-1	0	1	64,04	63,81	0,23	0,0546	-	-
9	0	1	1	73,84	74,12	-0,28	0,0798	-	-
10	0	-1	-1	55,97	55,69	0,28	0,0798	-	-
11	0	1	-1	68,1	68,03	0,07	0,0049	-	-
12	0	-1	1	58,36	58,43	-0,07	0,0049	-	-
13	0	0	0	69,5	69,54	-0,04	0,0019	-0,043	0,0019
14	0	0	0	70	69,54	0,46	0,2085	0,457	0,2085
15	0	0	0	69,13	69,54	-0,41	0,1708	-0,413	0,1708
Σ	-	-	-	-	-	-	**0,7465**	-	**0,3813**

Значение дисперсии воспроизводимости определяется по нулевым точкам плана эксперимента (t = {13,14,15}):

$$S^2_{\text{âîñïð}} = S^2_y = \frac{\sum_{t=1}^{N_0} (y_{0t} - \overline{y}_0)^2}{N_0 - 1} \qquad (6)$$

где y_{0t} – значение отклика в нулевых точках плана; $\overline{y}_0$ – среднее значение отклика в нулевых точках плана; N_0 – количество нулевых точек.

$$S^2_{\text{âîñïð}} = \frac{0,3813}{2} = 0,191$$

Определение значимости коэффициентов регрессии.

Коэффициент значим, если его абсолютная величина больше доверительного интервала Δb.

Доверительные интервалы для коэффициентов определяются по t-критерию Стьюдента с 2-мя степенями свободы при уровне значимости 0,05:

$$\Delta b = \pm t_{êð} \cdot \sqrt{S_b^2} \qquad (7)$$

где S_b^2 – дисперсии коэффициентов; $t_{кр}$ – табличное значение критерия Стьюдента, $t(0.05, 2) = 4{,}303$.

Дисперсии коэффициентов вычисляются по формулам:

$$S_{b_0}^2 = \frac{1}{N_0} \cdot S_{âî ñï ð}^2 \qquad (8а)$$

$$S_{b_i}^2 = A \cdot S_{âî ñï ð}^2 \qquad (8б)$$

$$S_{b_{ij}}^2 = D \cdot S_{âî ñï ð}^2 \qquad (8в)$$

$$S_{b_{ii}}^2 = (B + \frac{1}{\rho^2 \cdot N_0}) \cdot S_{âî ñï ð}^2 \qquad (8г)$$

$$S_{b_0}^2 = \frac{0{,}191}{3} = 0{,}064; \quad S_{b_i}^2 = \frac{0{,}191}{8} = 0{,}024; \quad S_{bij}^2 = \frac{0{,}191}{4} = 0{,}048;$$

$$S_{b_{ii}}^2 = 0{,}191 \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2^2 \cdot 3} \right) = 0{,}064$$

Численные значения коэффициентов регрессии и их вычисленные доверительные интервалы сводятся в таблицу.

Таблица 5

Обозначение коэффициентов	Значение коэффициентов	Доверительный интервал
b_0	69,543	± 1,085
b_1	6,023	± 0,664
b_2	7,009	
b_3	2,209	
b_{12}	1,205	± 0,939
b_{13}	1,165	
b_{23}	0,838	
b_{11}	0,387	± 1,085
b_{22}	-4,330	
b_{33}	-1,145	

В соответствии с полученными данными незначимыми оказались коэффициенты b_{23} и b_{11}, т.к. их числовые значения меньше доверительных интервалов. Если окажется, что какой-либо коэффициент регрессии статистически незначим, то его вовсе не следует удалять из модели, так как модель может оказаться неадекватной. Поэтому с целью исключения пересчета всех коэффициентов уравнения, включим в модель все коэффициенты.

Проверка полученной математической модели на адекватность экспериментальным данным.

Дисперсия адекватности определяется:

$$S^2_{àä} = \frac{S^2_{î\,ñò} \cdot \varphi_{î\,ñò} - S^2_{âî\,ñïð} \cdot \varphi_{âî\,ñïð}}{\varphi_{àä}} \qquad (9)$$

где $S^2_{àä}$ – дисперсия адекватности; $S^2_{î\,ñò}$ – остаточная дисперсия; $\varphi_{î\,ñò}, \varphi_{âî\,ñïð}, \varphi_{àä}$ – числа степеней свободы соответственно для остаточной дисперсии, дисперсии воспроизводимости и дисперсии адекватности, $\varphi_{î\,ñò} = N - l = 5$; $\varphi_{âî\,ñïð} = 2$; $\varphi_{àä} = 3$ (l – число коэффициентов в уравнении регрессии, l =10).

Остаточная дисперсия определяется по формуле:

$$S^2_{î\,ñò} = \frac{\sum_{t=1}^{N} (\bar{y}_t - \hat{y}_t)^2}{\varphi_{î\,ñò}} \qquad (10)$$

С помощью таблицы () вычисляем: $S^2_{î\,ñò} = \frac{0,7465}{5} = 0,149$

Дисперсия адекватности: $S^2_{àä} = \frac{0,149 \cdot 5 - 0,191 \cdot 2}{3} = 0,122$

Находим экспериментальное (определяемое) значение критерия Фишера по формуле:

$$F_{î\,ï} = \frac{S^2_{àä}}{S^2_{âî\,ñïð}} \qquad (11)$$

$$F_{î\,ï} = \frac{0,122}{0,191} = 0,639$$

Находим табличное значение критерия Фишера при уровне значимости 0,05 и числах степеней свободы $\varphi_1 = \varphi_{àä} = 3$, $\varphi_2 = \varphi_{âî\,ñïð} = 2$:

$F_{табл}$ = 19,2.

Так как $F_{ОП} < F_{табл}$ (0,639 < 19,2), можно сделать заключение об адекватности полученного уравнения экспериментальным данным.

Для использования полученного уравнения регрессии в качестве расчетной формулы и интерпретации результатов опытов необходимо их преобразовать к именованным (натуральным) величинам.

Раскодирование уравнения производится по формуле (3). Все X_i в уравнении (5) заменяются правыми частями формулы (3) с соответствующими значениями $x_i^{(0)}$ и d_i.

После преобразований получено следующее уравнение зависимости влажности отжатой плотной фракции W,% от начальной влажности исходного материала $W_н$,% (фактор x_1), ширины выходного окна c, мм (фактор x_2) и частоты вращения шнека n, об/мин (фактор x_3) в натуральных величинах:

$$\begin{aligned} W(x_1, x_2, x_3) = {} & 127,76 - 2,342 \cdot x_1 - 0,274 \cdot x_2 - 4,33 \cdot x_3 + \\ & + 0,024 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,075 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,027 \cdot x_2 \cdot x_3 + \\ & + 0,015 \cdot x_1^2 - 0,043 \cdot x_2^2 - 0,119 \cdot x_3^2 \end{aligned} \qquad (12)$$

Задание. Построение экспериментальной модели обезвоживания картофельной мезги в шнековом прессе.

Построить регрессионную модель зависимости удельного расхода энергии ($\hat{e}\hat{A}\grave{o}\cdot\div/\grave{o}$) от начальной влажности исходного материала ($W_н$, %), ширины выходного окна (c, мм) и частоты вращения шнека (n, об/мин). Уровни и интервалы варьирования факторов взять из приведенного выше примера.

t	X_1	X_2	X_3	y
1	1	1	0	0,27
2	-1	-1	0	3,85
3	1	-1	0	1,70
4	-1	1	0	1,12
5	1	0	1	0,48
6	-1	0	-1	1,45
7	1	0	-1	0,60
8	-1	0	1	0,80
9	0	1	1	0,50
10	0	-1	-1	3,24
11	0	1	-1	0,74
12	0	-1	1	2,38
13	0	0	0	0,62
14	0	0	0	0,53
15	0	0	0	0,71

Практическое занятие 7

Планирование эксперимента. Обработка и анализ экспериментальных данных с применением ЭВМ

Построим регрессионную модель по экспериментальным данным примера из предыдущей практической работы методом наименьших квадратов (МНК) с применением компьютерной программы MathCAD. В целях наглядности и для представления последовательности операций листинг программы снабжен текстовыми комментариями, которые в процессе выполнения индивидуального задания студент может опустить, используя лишь синтаксис MathCAD.

MathCAD-листинг 1

ORIGIN := 1 нумерация строк и столбцов матрицы начинается с 1

Матрица уровней варьирования факторов $F := \begin{pmatrix} 90 & 25 & 10.45 \\ 85 & 15 & 7.35 \\ 80 & 5 & 4.25 \end{pmatrix}$ $F1 := F^{\langle 1 \rangle}$ $F2 := F^{\langle 2 \rangle}$ $F3 := F^{\langle 3 \rangle}$

Интервалы варьирования факторов $\Delta 1 := F1_1 - F1_2$ $\Delta 2 := F2_1 - F2_2$ $\Delta 3 := F3_1 - F3_2$

$\Delta 1 = 5$ $\Delta 2 = 10$ $\Delta 3 = 3.1$

План эксперимента:

$$X1 := \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad X2 := \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad X3 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Вектор средних значений отклика Y:

$$Y := \begin{pmatrix} 80 \\ 53.61 \\ 63.36 \\ 65.43 \\ 78.3 \\ 61.6 \\ 71.2 \\ 64.04 \\ 73.84 \\ 55.97 \\ 68.1 \\ 58.36 \\ 69.5 \\ 70 \\ 69.13 \end{pmatrix}$$

Количество строк плана:

$n := rows(X1) \quad n = 15$

$i := 1 .. n$

Единичный вектор:

$L_i := 1$

Среднее значение отклика в нулевых точках:

$$Y0среднее := \frac{\sum_{i=13}^{15} Y_i}{3} \quad Y0среднее = 69.543$$

Количество нулевых точкек: $N0 := 3$

Формирование матрицы X:

$$X := augment\left(L, X1, X2, X3, \overrightarrow{(X1 \cdot X2)}, \overrightarrow{(X1 \cdot X3)}, \overrightarrow{(X2 \cdot X3)}, \overrightarrow{(X1 \cdot X1)}, \overrightarrow{(X2 \cdot X2)}, \overrightarrow{(X3 \cdot X3)}\right)$$

$X =$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0
2	1	-1	-1	0	1	0	0	1	1	0
3	1	1	-1	0	-1	0	0	1	1	0
4	1	-1	1	0	-1	0	0	1	1	0
5	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
6	1	-1	0	-1	0	1	0	1	0	1
7	1	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1
8	1	-1	0	1	0	-1	0	1	0	1
9	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
10	1	0	-1	-1	0	0	1	0	1	1
11	1	0	1	-1	0	0	-1	0	1	1
12	1	0	-1	1	0	0	-1	0	1	1
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Вектор МНК-оценок параметров регрессии (коэффициентов):

$$b := \left(X^T \cdot X\right)^{-1} \cdot X^T \cdot Y \quad b =$$

	1
1	69.543
2	6.022
3	7.009
4	2.209
5	1.205
6	1.165
7	0.838
8	0.387
9	-4.33
10	-1.145

Количество коэффициентов уравнения регрессии:

$m := rows(b) \quad m = 10$

Дисперсия воспроизводимости: $S2воспр := \frac{\sum_{i=13}^{15} (Y_i - Y0среднее)^2}{N0 - 1}$ $S2воспр = 0.191$

Дисперсии коэффициентов:

$S2_1 := \frac{S2воспр}{N0}$ $S2_2 := \frac{S2воспр}{8}$ $S2_3 := S2_2$ $S2_4 := S2_2$

$S2_5 := \frac{S2воспр}{4}$ $S2_6 := S2_5$ $S2_7 := S2_5$

$S2_8 := \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4 \cdot N0}\right) \cdot S2воспр$ $S2_9 := S2_8$ $S2_{10} := S2_8$

Критерий Стьюдента с $\nu := 2$ степенями свободы
при уровне значимости $\alpha := 0.05$ $tкр := qt\left(1 - \frac{\alpha}{2}, \nu\right)$ $tкр = 4.303$

Доверительные интервалы для коэффициентов:

$\Delta b := tкр \cdot \sqrt{S2}$ $\Delta b =$

	1
1	1.085
2	0.664
3	0.664
4	0.664
5	0.939
6	0.939
7	0.939
8	1.085
9	1.085
10	1.085

$j := 1 .. m$

Логический вектор проверки значимости коэффициентов:

$Bool_j := |b_j| > \Delta b_j$ $Bool =$

	1
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	0
8	0
9	1
10	1

1 - коэффициент значим,
0 - коэффициент незначим

Вектор значений зависимой переменной, предсказанных регрессионной моделью:

$y := X \cdot b$ $y =$

	1
1	79.836
2	53.774
3	63.409
4	65.381
5	78.181
6	61.719
7	71.434
8	63.806
9	74.122
10	55.687
11	68.03
12	58.43
13	69.543
14	69.543
15	69.543

Числа степеней свободы:

$fвоспр := 2$ $fост := n - m$ $fад := 3$

Остаточная дисперсия: $S2ост := \frac{\sum_{i=1}^{n} (Y_i - y_i)^2}{fост}$ $S2ост = 0.149$

Дисперсия адекватности: $Sад := \frac{S2ост \cdot fост - S2воспр \cdot fвоспр}{fад}$ $Sад = 0.122$

Незначимыми оказались коэффициенты при взаимодействиях X2·X3

и при квадратичном эффекте $X1^2$ (индексы 7 и 8)

Экспериментальное (определяемое) значение критерия Фишера:

$$Fоп := \frac{Sад}{S2воспр} \qquad Fоп = 0.639$$

Табличное значение критерия Фишера с *f*ад степенями свободы числителя и *f*воспр степенями свободы знаменателя при уровне значимости $\alpha = 0.05$:

$$Fтаб := qF(1 - \alpha, fад, fвоспр) \qquad Fтаб = 19.164$$

Проверка модели на адекватность экспериментальным данным: $Fоп < Fтаб = 1$ — 1 - модель адекватна, 0 - модель неадекватна

Для перехода к уравнению регрессии в именованных величинах достаточно произвести пересчет МНК-оценок, предварительно заменив в плане эксперимента кодированные уровни факторов их натуральными значениями.

Раскодирование факторов:

$x1_i := X1_i \cdot \Delta1 + F1_2 \qquad X1 := x1$

$x2_i := X2_i \cdot \Delta2 + F2_2 \qquad X2 := x2$

$x3_i := X3_i \cdot \Delta3 + F3_2 \qquad X3 := x3$

X1 =

90
80
90
80
90
80
90
80
85
85
85
85
85
85
85

X2 =

25
5
5
25
15
15
15
15
25
5
25
5
15
15
15

X3 =

7.35
7.35
7.35
7.35
10.45
4.25
4.25
10.45
10.45
4.25
4.25
10.45
7.35
7.35
7.35

Формирование матрицы X:

$$X := augment\left(L, X1, X2, X3, \overrightarrow{(X1 \cdot X2)}, \overrightarrow{(X1 \cdot X3)}, \overrightarrow{(X2 \cdot X3)}, \overrightarrow{(X1 \cdot X1)}, \overrightarrow{(X2 \cdot X2)}, \overrightarrow{(X3 \cdot X3)}\right)$$

Вектор МНК-оценок параметров регрессии (коэффициентов):

$$b := \left(X^T \cdot X\right)^{-1} \cdot X^T \cdot Y \qquad b =$$

	1
1	127.759
2	-2.342
3	-0.247
4	-4.329
5	0.024
6	0.075
7	0.027
8	0.015
9	-0.043
10	-0.119

конец листинга

Задание. Исследование процесса вибродуговой наплавки. Построить регрессионную модель зависимости толщины наплавляемого слоя (D, мм) от приведенных в таблице факторов, приняв для описания зависимости уравнение второго порядка.

Уровень и интервал варьирования	Факторы		
	Скорость подачи электродной проволоки $V_Э$, м/ч	Скорость наплавки $V_Н$, м/ч	Шаг наплавки h, мм
	x_1	x_2	x_3
Верхний уровень (+1)	112	62,1	5
Основной уровень (0)	80	41,4	4
Нижний уровень (-1)	48	20,7	3

t	X_1	X_2	X_3	y
1	1	1	0	1,76
2	-1	-1	0	4,3
3	1	-1	0	0,41
4	-1	1	0	2,68
5	1	0	1	1,90
6	-1	0	-1	2,1
7	1	0	-1	3,26
8	-1	0	1	0,56
9	0	1	1	1,78
10	0	-1	-1	2,09
11	0	1	-1	0,80
12	0	-1	1	1,71
13	0	0	0	2,68
14	0	0	0	4,68
15	0	0	0	1,99

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем методическом пособии рассмотрены основные положения концепции аграрной науки и научного обеспечения отрасли АПК, а также исследованы основные проблемы отрасли АПК.

Краткое обобщение основных вопросов курса. Направления дальнейшей работы над углублением и расширением полученных знаний в процессе изучения логики и методологии науки. Практическое использование полученных знаний в учебной, производственной и других видах деятельности.

Материал пособия полезен для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению 110800 Агроинженерия, ориентированную как на научную, так и на практическую деятельность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев О.В. Логика. – М., 2021.
2. Ивлев Ю.В. Логика: учебник. 3-е изд. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект. 2022.
3. Ивин А.А. Логика: Учебник для студентов вузов. – М.: Гардарики. 2017.
4. Ивлев Ю.В. Логика: Сборник упражнений. Учебн.пособие. – М.: Дело, 2021.
5. Гетманова А. Д. Логика. — М., 2021.
6. Горский Д. П., Ивин А. А., Никифоров А. Л. Краткий словарь по логике. — М., 2020.
7. Никифоров А. Л. Общедоступная и увлекательная книга по логике. - М., 2021.
8. Сарычев Е. В. Логика: Курс лекций для вузов. — М., 2022.
9. Фёдоров Б.И. Элементы логической культуры. – СПб., 2021.

3.2 Дополнительная литература:

1. Логика. Сборник упражнений и ситуативных заданий. Екатеринбург, 2020.
2. Поварнин С. Спор. О теории и практике спора. – Вопросы философии. 1990, № 3.
3. Практический курс логики для гуманитариев. М., 1994.
4. Романов В.В. Логика: курс лекций. Екатеринбург, 1995.
5. Сборник упражнений по логике. Мн., 1981.
6. Светлов А.В. Практическая логика. СПб, 1995.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..……..3
1.Практическая работа №1……...3
1.Практическая работа №2……...5
1.Практическая работа №3……...7
1.Практическая работа №4…….....9
1.Практическая работа №5…….....11
1.Практическая работа №6……..12
1.Практическая работа №7……...……16
Заключение……..23
Библиографический список…….. 23

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 проведения практических занятий
по дисциплине «ОСНОВЫ ПСИХОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКИ»

для студентов очной/заочной формы обучения
по направлению подготовки: 35.04.06 Агроинженерия
направленность (профиль): Электрооборудование и электротехнологии
Цифровые технические системы в агробизнесе
Уровень: магистратура

Рязань, 2024

Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Основы психологии и педагогики» для студентов очной/заочной формы обучения по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин Нефедовой И.Ю.

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры гуманитарных дисциплин «20» марта 2024 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин Чивилева И.В.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цели и задачи дисциплины:

Основной целью курса «Основы психологии и педагогики» являются развитие компетентности преподавателей высшей школы в сфере психологии, педагогики, истории образования и научно-исследовательской деятельности; овладение обучающимися теоретико-методологическими и практико-ориентированными основами психологии и педагогики высшей школы.

Задачи учебной дисциплины:

– освоение теоретических знаний в области общей, возрастной, педагогической, когнитивной и социальной психологии;

– изучение ведущих тенденций мирового образовательного пространства;

– освоение системы знаний о педагогических методах, технологиях обучения и педагогическом мастерстве;

– знакомство с основами педагогической деятельности в высшей школе, средствами взаимодействия и управления педагогическим процессом;

– разработка планов, программ и методик проведения научных исследований; обобщение и анализ результатов исследований их статистическая обработка; подготовка научно-технических отчетов, обзоров и научных публикаций по результатам выполнения исследований;

– знакомство с педагогическими, психологическими и методическими основами развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях различного вида;

– изучение современных образовательных технологий профессионального образования (профессионального обучения).

Выпускник, освоивший программу магистратуры, в соответствии с ФГОС ВО 35.04.06 Агроинженерия готовится к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

– организационно-управленческий
– педагогический
– технологический
– проектный
– научно-исследовательский

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕМА 1. Общие основы педагогики высшей школы

Педагогика высшей школы, её специфика и категории. Образование и профессиональная деятельность. Принципы обучения как основной ориентир в преподавательской деятельности. Тенденции развития мирового образовательного пространства. Проблемы модернизации образования в России. Болонский процесс интеграции высшего образования в Европе. Проблемы модернизации образования в России в контексте решений Болонского процесса. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования. Структура ОПОП.

ТЕМА 2. Преподавание и научная работа в вузе

Технологии, методы и формы организации обучения в высшей школе. Понятие и критерии педагогических технологий. Педагогические технологии в триаде: «методология-стратегия-тактика». Методологические технологии обучения. Стратегические технологии: технологический подход к организационным формам обучения. Тактические технологии: технологический подход к методам обучения. Компетентностный подход в образовании. Технология контроля образовательного процесса.

ТЕМА 3. Психология высшей школы

Психология профессионального становления личности. Психологические особенности обучения студентов. Характеристика особенностей современного студента вуза. Социально-психологические особенности студенческого возраста, развитие и саморазвитие личности студента. Профессионально-педагогическая направленность (потребности, мотивация, личностные интересы, готовность к учебно-познавательной и научной деятельности), ценностные ориентации студентов (духовно-нравственные, профессиональные и др.). Критерии и показатели уровня воспитанности студента. Психологические особенности воспитания студентов и роль студенческих групп.

ТЕМА 4. Воспитание и обучение в целостном педагогическом процессе высшей школы

Педагогическое проектирование и педагогические технологии. Этапы и формы педагогического проектирования. Классификация технологий обучения высшей школы. Интенсификация обучения и проблемное обучение. Активное обучение. Деловая игра как форма активного обучения. Эвристические технологии обучения. Технологии развивающего обучения. Информационные технологии обучения. Технологии дистанционного образования. Основы подготовки лекционных курсов. Основы коммуникативной культуры педагога. Педагогическая коммуникация

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

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.

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.

Практические занятия представляют собой, как правило, занятия по решению различных прикладных заданий, образцы которых были даны на лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждого задания и интуиция. Отбирая систему упражнений и заданий для практического занятия, преподаватель должен стремиться к тому, чтобы это давало

целостное представление о предмете и методах изучаемой науки, причем методическая функция выступает здесь в качестве ведущей.

Практическое занятие предполагает свободный, дискуссионный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушивается сообщение студента. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам.

При подготовке к практическим занятиям студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Примерная тематика сообщений, вопросов для обсуждения приведена в настоящих рекомендациях. Кроме указанных тем студенты вправе по согласованию с преподавателем выбирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает, выставляя в рабочий журнал текущие оценки, при этом студент имеет право ознакомиться с ними.

ТЕМА 1. Общие основы педагогики высшей школы

Вопросы:

1. Приведите примеры значимости системы образования в социальном и экономическом развитии.
2. Назовите самые влиятельные международные организации, оказывающие влияние на образование и дайте им краткую характеристику.
3. Дайте краткую характеристику Лиссабонской, Сорбонской и Болонской деклараций.
4. Проблема единства и целостности мирового образовательного пространства. Общемировые тенденции развития современной педагогической науки.
5. Сущностная и функциональная характеристика педагогики как науки.
6. Определение предмета педагогики высшей школы. Ее основные категории.
7 Система антропологических наук и место в ней педагогики. Проблема диалектической взаимосвязи педагогики и психологии.
8. Принципы и методы педагогического исследования.
9. Современная система образования: демократические преобразования, модели образования, основные тенденции развития.
10. Закон Российской Федерации о системе образовании. Факторы её развития.
11. Особенности системы образования на разных этапах истории России. Дооктябрьский и послеоктябрьский периоды.

ТЕМА 2. Преподавание и научная работа в вузе.

Вопросы:

1. Формы и этапы педагогического проектирования.
2. Проектирование содержания лекционных курсов.
3. Структурирование текста лекции.
4. Сущность, принципы проектирования и тенденции развития современных образовательных технологий.
5. Педагогический акт как организационно-управленческая деятельность.
6. Самосознание педагога и структура педагогической деятельности.
7. Педагогические способности и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы.
8. Общее понятие о дидактике и дидактической системе.
9. Актуальные проблемы современной дидактики высшей школы.
10. Проведите дискуссию и обсудите одну из следующих проблем:

– Как модернизировать высшее образование в России?
– Каким быть современному вузовскому учебнику?

– Как профессионально реализовать себя в условиях педагогических инноваций?
– Как стимулировать нравственное саморазвитие у студентов?

При этом разбейтесь на пять команд. Каждая из команд должна активно использовать один из общеметодологических принципов: аксиологический, культурологический, антропологический, синергетический, герменевтический.

ТЕМА 3. Психология высшей школы

Вопросы:

1. Характеристика традиционных и инновационных подходов к проблеме воспитания и развития личности.
2. Значение наследственности в формировании личности.
3. Сущность социализации и ее стадии. Факторы социализации и формирования личности.
4. Развитие и воспитание. Диагностика развития.
5. Самовоспитание в структуре процесса формирования личности.
6. Обоснование необходимости акмеологического подхода к определению и формированию личности специалиста.
7. Студент как субъект учебной деятельности.
8. Возрастные и индивидуальные особенности развития студента.
9. Психолого-педагогические особенности одаренных студентов.
10. Аксиограмма личности студента.
11. Содержание понятия «Базовая культура личности». Основные направления воспитания личности.
12. Философско-мировоззренческая подготовка студентов (сущность, назначение, функции мировоззрения; основные пути и средства формирования научного мировоззрения; воспитательная функция религии…).
13. Гражданское воспитание в системе формирования базовой культуры личности (цель и содержание гражданского воспитания студентов; патриотическое воспитание; формирование культуры межнационального общения; правовое воспитание…).
14. Формирование основ нравственной культуры личности (содержание и методы нравственного воспитания; критерии нравственной воспитанности; воспитание гуманности; экологическая культура студентов…).
15. Трудовое воспитание и профессиональная ориентация студентов (задачи и содержание трудового воспитания; педагогические условия организации трудового воспитания; профессиональная ориентация; формирование основ экономической культуры студентов…).
16. Формирование эстетической культуры студентов (понятие об эстетической культуре личности; формирование эстетической культуры средствами искусства…).
17. Воспитание физической культуры студентов (задачи и содержание воспитания физической культуры; основные средства воспитания физической культуры; физические и нравственные аспекты антиалкогольного и антиникотинового воспитания…).
18. Анализ структуры студенческого коллектива.
19. Основные вопросы организации студенческого коллектива.
20. Академическая группа как субъект воспитания.

ТЕМА 4. Воспитание и обучение в целостном педагогическом процессе высшей школы

Вопросы:

1. Сущность, структура и движущие силы процесса обучения.
2. Систематика педагогических закономерностей, принципов и правил.
3. Принципы обучения как основной ориентир в преподавательской деятельности.
4. Эвристические методы генерирования новых идей.
5. Оптимальный выбор методов обучения преподавателем высшей школы.
6. Понятия «теория» и «технология» обучения.

7. Интенсификация обучения и проблемное обучение. Эвристические технологии обучения.
8. Активное обучение. Деловая игра как форма активного обучения.
9. Личностно-ориентированное обучение.
10. Технологии развивающего обучения. Дифференцированное обучение.
11. Компетентностно-ориентированное обучение.
12. Информационные технологии обучения и технологии дистанционного образования.
13. Роль и место лекции в вузе. Структура лекционного занятия и оценка его качества.
14. Развитие лекционной формы в системе вузовского обучения.
15. Семинарские и практические занятия в высшей школе. Семинар как взаимодействие и общение участников.
16. Самостоятельная работа студентов как развитие и самоорганизация личности обучаемых.
17. Проектно-творческая деятельность студентов.
18. Основы педагогического контроля в высшей школе.
19. Сущность и современная система воспитания студентов в вузе.
20. Стили педагогического общения и их технологическая характеристика.
21. Диалог и монолог в педагогическом общении.
22. Содержание и структура педагогического общения.
23. Особенности педагогического общения в вузе.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Педагогика высшей школы: основные понятия и история становления.
2. Объект, предмет педагогики, задачи и категориальный аппарат педагогики.
3. Связь педагогики с другими науками.
4. Методологические основы педагогики.
5. Понятие «содержание образования». Требования к содержанию образования в высшей школе.
6. Важнейшие объективные и субъективные факторы, влияющие на разработку содержания образования.
7. Межпредметные связи и кооперации преподавателей.
8. Воспитательное пространство вуза.
9. Основные методы воспитания.
10. Процесс воспитания в вузе.
11. Технологии, методы и формы организации обучения в высшей школе.
12. Методологические, стратегические, тактические технологии обучения.
13. Сущность обучения и его место в структуре целостного педагогического процесса.
14. Фундаментализация образования в высшей школе.
15. Гуманизация и гуманитаризация образования в высшей школе.
16. Интеграционные процессы в современном образовании.
17. Воспитательная компонента в профессиональном образовании.
18. Информатизация образовательного процесса.
19. Понятие мирового образовательного пространства. Проблема глобализации образования.
20. Тенденции развития мирового образовательного пространства.
21. Актуальность участия России в болонском процессе.
22. Проблемы и задачи высшей школы России в связи с вхождением в болонский процесс.
23. Цели современного высшего образования.
24. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования. Структура ОПОП.
25. Принципы обучения как основной ориентир в преподавательской деятельности.
26. Методы обучения в высшей школе.
27. Структура педагогической деятельности.

28. Педагогический акт как организационно-управленческая деятельность.
29. Самосознание педагога и структура педагогической деятельности.
30. Педагогические способности и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы.
31. Психолого-педагогическая компетентность преподавателя вуза.
32. Характеристика деятельности преподавателя высшей школы.
33. Дидактика высшей школы.
34. Дидактика и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы
35. Формы организации учебного процесса в высшей школе.
36. Лекция. Семинарские и практические занятия в ВШ.
37. Самостоятельная работа студентов как развитие и самоорганизация личности обучаемых.
38. Организация самостоятельной работы студентов в вузе.
39. Основы педагогического контроля в высшей школе.
40. Активные методы обучения.
41. Технологии дистанционного образования.
42. Менеджмент качества высшего образования.
43. Психология профессионального образования.
44. Психологические основы профессионального самоопределения.
45. Психологическая коррекция личности студента при компромиссном выборе профессии.
46. Особенности развития личности студента.
47. Типология личности студента и преподавателя.
48. Психолого-педагогическое изучение личности студента.
49. Характеристика особенностей современного студента вуза.
50. Проблема формирования личности в базовых психологических теориях.
51. Развитие компетенций индивида в старшем подростковом и юношеском возрасте.
52. Общие и дифференциальные закономерности возрастного развития (в эмоциональной, волевой и интеллектуальной сферах).
53. Вуз как социализирующая среда и сфера самоактуализации.
54. Стили педагогического общения.
55. Монолог и диалог в педагогическом общении.
56. Содержание и структура педагогического общения.
57. Особенности педагогического общения в вузе.

5. ТЕМАТИКА СООБЩЕНИЙ

1. Педагогика высшей школы: основные понятия и история становления.
2. Современные образовательные парадигмы.
3. Основные направления реформирования российской высшей школы.
4. Открытое и дистанционное образование.
5. Развитие российского законодательства в области образования.
6. Законодательная база высшего и послевузовского профессионального образования в России.
7. Нормативная база российской высшей школы
8. Глобализация высшего образования в Европе: предболонский период.
9. Болонский процесс интеграции высшего образования в Европе.
10. Актуальность участия России в болонском процессе
11. Проблемы и задачи высшей школы России в связи с вхождением в болонский процесс.
12. Программа модернизации высшего образования России её реализация.
13. Понятие, функции и основные категории дидактики, дидактика высшей школы.
14. Принципы обучения как основной ориентир в преподавательской деятельности.
15. Цели современного высшего образования.
16. Многомерный подход к классификации методов обучения, воспитания личности.
17. Сущность и генезис педагогического общения.

18. Воспитание духовно-нравственной и здоровой личности.
19. Воспитание патриотизма и гражданственности студентов.
20. Воспитание студента как конкурентоспособной и творческой личности.
21. Технология знаково-контекстного обучения.
22. Менеджмент качества высшего образования.
23. Педагогические способности и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы.
24. Важнейшие объективные и субъективные факторы, влияющие на разработку содержания образования.
25. Педагогический акт как организационно-управленческая деятельность.
26. Понятие «содержание образования».
27. Важнейшие объективные и субъективные факторы, влияющие на разработку содержания образования. Требования к содержанию образования в высшей школе.
28. Теории формального и материального образования и их односторонность.
29. Государственный образовательный стандарт высшего образования, его структура.
30. Понятие и критерии педагогических технологий.
31. Педагогические технологии в триаде: «методология-стратегия-тактика».
32. Методологические технологии обучения.
33. Стратегические технологии: технологический подход к организационным формам обучения.
34. Тактические технологии: технологический подход к методам обучения.
35. Технология контроля образовательного процесса.
36. Общая характеристика процесса воспитания. Основные методы воспитания. Процесс воспитания в вузе.
37. Краткая характеристика систем профессионального образования в мире.
38. Систематизация моделей высшего и послевузовского образования по 24 экономически развитым странам мира. Выделение базовых моделей. Выявление позитивного опыта.
39. Характеристика российской системы высшего и послевузовского профессионального образования.
40. Актуальные проблемы высшего и послевузовского профессионального образования в России.
41. История становления компетентностного подхода в мировой педагогике.
42. Компетентностный подход и компетентностная модель специалиста.
43. Анализ определений понятия «качество высшего образования».
44. Управление качеством высшего образования. Факторы, влияющие на качество образования.
45. Технология контроля образовательного процесса.
46. Сущность и генезис педагогического общения.
47. Гуманизация обучения как основа педагогического общения.
48. Стили педагогического общения. Монолог и диалог в педагогическом общении
49. Содержание и структура педагогического общения. Особенности педагогического общения в вузе
50. Основы коммуникативной культуры педагога.

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Основная литература:

Столяренко, Л.Д. Основы психологии и педагогики : учебное пособие для вузов / Л.Д. Столяренко, В.Е. Столяренко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 134 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09450-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: http://www.biblio-online.ru/bcode/449844

2. Дополнительная литература:

1. Коджаспирова, Г. М. Педагогика [Электронный ресурс] : 4-е изд., пер. и доп. Учебник / Г. М. Коджаспирова. – М. : Юрайт, 2014. – ЭБС «Юрайт».

2. Психология [Электронный ресурс] : учебник / под ред. В. А. Сластенина. – М. : Юрайт, 2015. – ЭБС «Юрайт».

3. Безюлёва, Г.В. Психолого-педагогическое сопровождение профессиональной адаптации учащихся и студентов. Монография [Текст] : учебное пособие / Безюлёва, Галина Валентиновна. – М.: НОУ ВПО МПСИ, 2008. – 320 с.

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Профессиональные БД	
http://www.edu.ru/	Федеральный портал «Российское образование» (федеральные государственные образовательные стандарты всех уровней)
http://www.mcx.ru/	Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
http://ecsocman.hse.ru/	Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент»
www.nlr.ru	Российская национальная библиотека
www.inion.ru	Институт научной информации по общественным наукам
http://vashabnp.info/	**Библиотека начинающего педагога**
http://www.gumer.info/	Библиотека Гуммер – гуманитарные науки
http://bibl.rgatu.ru/web	Электронная библиотека РГАТУ
www.nbmgu.ru	Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова
http://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
http://www.biblio-online.ru/	Электронная библиотечная система «Юрайт»
http://www.dissercat.com/	Электронная библиотека диссертаций
http://koob.ru/	Куб — электронная библиотека
Сайты официальных организаций	
http://www.rosmintrud.ru/	Официальный сайт Министерства труда и социальной защиты РФ
http://mon.gov.ru/	Официальный сайт Министерства образования и науки РФ
http://www.minfin.ru	Официальный сайт Министерства финансов РФ
Информационные справочные системы	
http://www.garant.ru/	Гарант
http://www.consultant.ru/	КонсультантПлюс

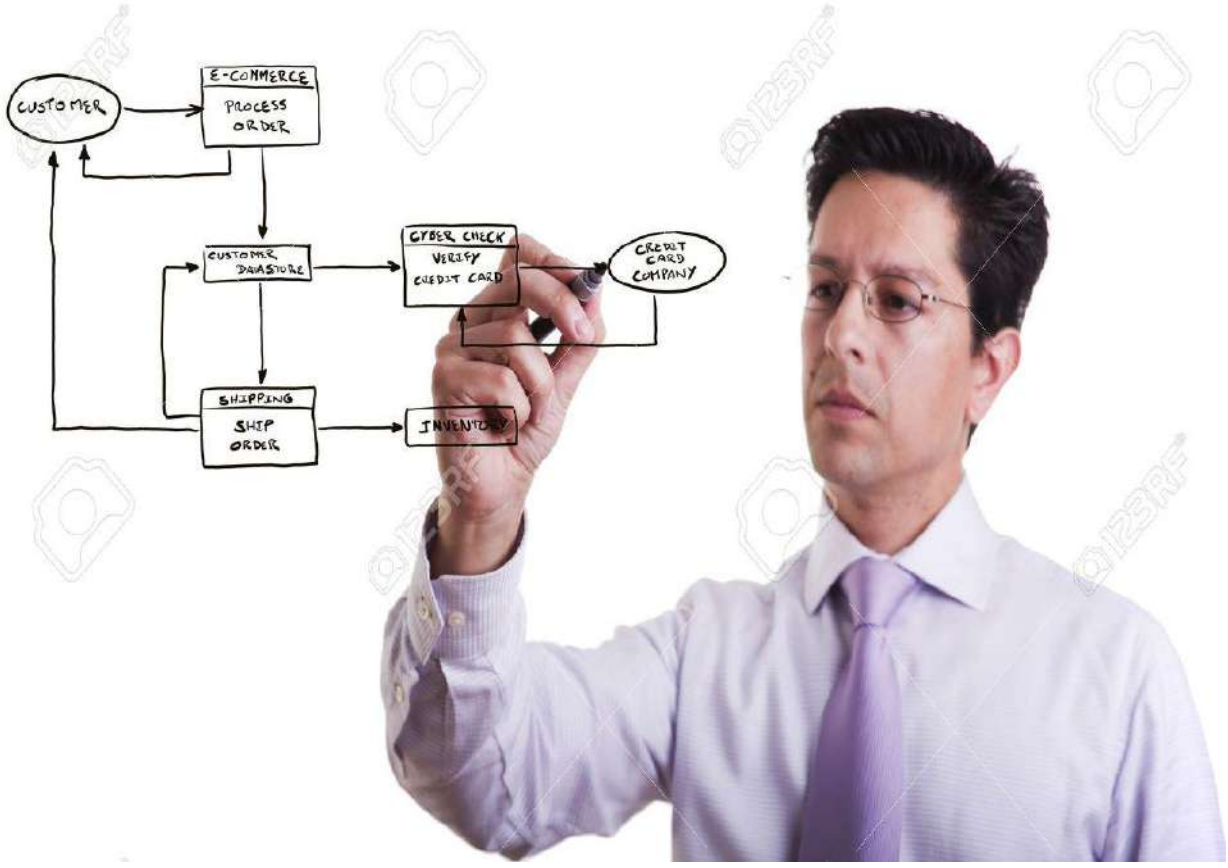
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО КУРСУ «ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АГРОИНЖЕНЕРИИ»



Рязань, 2024

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) поколения «3++» по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» (квалификация (степень) «магистр»), утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 26 июля 2017 года № 709; учебного плана подготовки магистров по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Разработчик:

доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ Олейник Д.О.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Зав. кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ /А.Н. Бачурин/
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Определение и понятие системы и ее элементов

Система – совокупность элементов, являющаяся объектом исследования, изучения или наблюдения. Элементами могут быть физические объекты (оборудование, машины, приборы, здания и т.п.), явления (нагревание, охлаждение, свечение, электромагнетизм), процессы, в том числе и технологические (упаковка, взвешивание, сортирование, мойка и т.п.). Элемент системы - ее неделимая часть в рамках конкретного исследования, реализующая конкретные функции. Элемент системы описывается множеством различных характеристик, параметров, связями с соседними элементами. Связи между элементами делают систему единым целым. Элементы отличаются друг от друга выполняемыми функциями, состояниями, входами и выходами. Любой элемент может рассматриваться как более мелкая система.

Термин «система» появился в научной литературе давно и является таким же неопределенным, как термины «множество» или «совокупность». Наиболее широко этот термин первоначально использовался в механике, где обозначал материальную систему, т.е. совокупность материальных точек, подчиненных определенным связям. В дальнейшем понятие системы было распространено на биологические, экономические, технологические и другие объекты.

Система- понятие относительное. Некоторая совокупность элементов может быть частью более крупной системы, небольшой ее частью или рассматриваться самостоятельно, не зависимо от окружающего мира. Это зависит от цели исследования. Для установления системы, сферы ее действия необходимо выявить ее границы и состав. При установлении границ системы выявляются причинно-следственные взаимосвязи между ее элементами.

Для выделения системы требуется определить:

- цель, для достижения которой формируется система;
- объект исследования, состоящий из множества элементов, связанных с точки зрения цели в единое целое системными признаками;
- субъект исследования, наблюдения, заказчика, формирующего систему;
- характеристики внешней среды по отношению к системе и отражение их взаимосвязей с системой.

Цель функционирования определяет системные признаки, с помощью которых описываются элементы системы. Система с точки зрения цели есть упорядоченное представление об объекте (существующем или проектируемом). Разные субъекты, в зависимости от цели, могут иметь свои представления об элементах системы, их взаимосвязях и связях с внешней средой.

Цель-это субъективный образ, абстрактная модель несуществующего, но желаемого состояния производства, которое решило бы возникшую проблему.

Цели, которые ставит перед собой человек, редко достижимы только за счет его собственных возможностей, или возможностей производства, к которому он причастен.

Стечение обстоятельств, характеризующееся различием между необходимым (желаемым) и существующим, называется *проблемой, или проблемной ситуацией*.

Проблемность существующего положения, в частности с производством продукции, осознается в несколько стадий: *от смутного ощущения, что «что-то не так», к осознанию потребности, затем выявлению проблемы и, наконец, к формулировке цели.*

Вся последующая деятельность, способствующая решению этой проблемы, направлена на достижение поставленной цели. Эта деятельность направлена на отбор из окружающей среды элементов, свойства которых можно использовать на достижение поставленной цели, и на объединение этих элементов надлежащим образом, т.е. как работу по созданию того, что мы называем системой.

В таблице 1.1. приведены примеры целей и систем, предназначенных для их реализации. Соответствие между целями и системами сформулировать достаточно сложно. Так, если между первыми тремя целями и системами формулировка соответствия не вызывает затруднений, то остальные две цели могут иметь несколько систем, и наоборот. Для обеспечения быстрого перемещения сельскохозяйственной продукции с поля в качестве системы можно использовать не только грузовой автомобиль, но тракторный прицеп, контейнеровоз и т.п. Аналогично звуковая информация может быть передана по мобильной радиостанции.

Таблица 1.1. Цели и системы

№ п.п.	Цель	Система
1	В произвольный момент указать время	Часы
2	Обеспечить производство зерна пшеницы определенной массы	Сельскохозяйственное предприятие
3	Обеспечить выпечку хлеба в заданном ассортименте для значительного количества людей	Пекарня
4	Обеспечить быстрое перемещение заданного количества сельскохозяйственной продукции от поля до склада	Грузовой автомобиль
5	Передать звуковую информацию в пределах определенного района мгновенно независимо от места ее источника	Мобильный телефон

Упорядоченность представления субъекта есть целенаправленное выделение элементов системы, установлении их признаков, взаимосвязей между собой и с внешней средой. При выделении системы учитывают наиболее существенные признаки, все второстепенное, несущественное - исключается.

Решение проблемы есть то, что заполняет промежуток между существующей и желаемой системами. Важное значение для человека имеют наглядные, образные, визуальные модели. Для наглядного представления системы ее изображают в виде «черного ящика», выделенного из окружающей среды и имеющего входы и выходы, рис.1.1. Название «черный ящик» образно подчеркивает полное отсутствие сведений о внутреннем содержании ящика: задаются, фиксируются, перечисляются только входные и выходные связи системы со средой. Такой подход, несмотря на его простоту и на отсутствие сведений о внутренней структуре системы, часто оказывается полезным.

Сопоставляя входы и выходы за ряд моментов времени, находят такие входные параметры X, при которых рассчитанные значения выходных параметров Y лучше всего аппроксимируют фактические значения выходов.

Сущность метода "черного ящика" состоит в том, что при исследовании объектов они рассматриваются как недоступный для наблюдения, изучения и описания "черный ящик", имеющий определенные входы и выходы. Вследствие сложности устройства "черного ящика", т.е. изучаемого объекта, возможно лишь наблюдать состояние входов в него и соответствующих им выходов, т.е. изучать поведение, не зная его внутреннего устройства.

Однако, как бы детально ни изучалось поведение "черного ящика", нельзя вывести обоснованного суждения о его внутреннем устройстве, ибо одним и тем же поведением могут обладать различные объекты, а одно и то же соотношение между входами и выходами может в пределах имеющихся статистических данных удовлетворительно описываться несколькими различными математическими выражениями. С увеличением числа факторов регрессионной модели обычно падает ее достоверность. Как показывает практика, удовлетворительные модели получаются при описании ситуации, в которой выходной фактор существенно связан не более чем с пятью-шестью входными факторами.

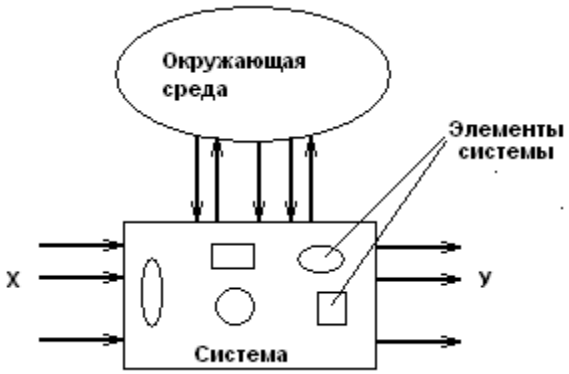


Рис. 1.1. К понятию «черного ящика».

Во многих случаях достаточно содержательного словесного описания входов и выходов.

Опишем входы и выходы системы «грузовой автомобиль». В данном случае за выход можно принять Y_1 - грузоподъемность автомобиля, а также, например, Y_2 - затраты горючего на единицу перевезенной продукции. Сформулировав, таким образом, выходы системы, можно прийти к выводу, что они могут относиться ко всем автомобилям, а не только к грузовым. Чтобы различить автомобили вообще и грузовые автомобили можно указать, что грузоподъемность должна быть, например, не меньше 5 т. Еще можно добавить достаточную для определенной зоны эксплуатации проходимость автомобиля.

В качестве входов для грузового автомобиля обозначим те его элементы, которые предназначены для управления во время движения: X_1 - руль, X_2 , X_3 ,X_4 - педали сцепления, газа и тормоза, X_5 - рычаг переключения передач, X_6 – переключатели сигнализации и освещения, X_7 - ручка ручного тормоза. Необходимо учесть также буквальные входы: X_8 - двери кабины и X_9 -борта для загрузки продукции в кузов автомобиля.

Дальнейший анализ возможных входов грузового автомобиля показывает, что входное воздействие на него оказывает X_{10} - другие пассажиры, тип и количество груза, способы крепления последнего в кузове.

Окружающая среда также оказывает входные воздействия на грузовой автомобиль. В перечень входов следует, поэтому, записать X_{11} - окна и зеркала, с помощью которых водитель наблюдает за окружающей средой. Но тогда можно отметить, что свойства дороги, по которой движется грузовой автомобиль, также оказывают входное воздействие: по разному приходится действовать водителю при езде по асфальту и по грунтовой дороге, в поле, дождь, гололед, грязь. Добавляем к списку входов X_{12} - механическое воздействие грунта на колеса. Рассуждая далее, можно определить в качестве входов следующие воздействия внешней среды: X_{13} – аэродинамическое сопротивление воздуха, X_{14} -силы инерции, возникающие при торможении, причем последние зависят как от окружающей среды, так и от самого грузового автомобиля и груза.

Рассмотренный пример свидетельствует, что построение модели «черного ящика» не является тривиальной задачей, так как на вопрос, сколько и какие входы и выходы следует включать в модель ответ не прост. Главной причиной большого количества входов и выходов в модели «черного ящика» является то, что всякая реальная система взаимодействует с объектами окружающей среды неограниченным числом способов.

Различают *детерминированные и стохастические системы.*

В детерминированных системах цель исследования полностью определена, сами элементы и отношения между ними и внешней средой известны. Примером детерминированной системы может быть, например, уборка фруктов как производственно-экономическая система. Элементами системы являются деревья и фрукты на них, подъездные пути, транспортные средства, тара, упаковочный материал, количество сборщиков и т.п. Существенными системными признаками являются качество фруктов, их количество, цена на рынке, себестоимость производства, погодные условия, квалификация сборщиков. К несущественным признакам можно отнести фамилии сборщиков, цвет материала, из которого сделана тара и т.д.

Системы со стохастической структурой не имеют либо ясно выраженной цели исследования, либо выраженных существенных элементов и отношений между ними (признаков). Подобные системы выделяются на этапах разработки, проектирования сложных производств, технологических процессов и оборудования.

Системы разделяются на: *управляемые и неуправляемые*. Управление можно определить как организацию различных действий, процессов для достижения намеченной цели.

Управляемые системы обеспечивают целенаправленное функционирование при изменяющихся внутренних или внешних условиях. Управление осуществляется человеком или специальным устройством (для технических систем). К управляемым системам относятся, например, движение автотранспорта, работа технологической линии или предприятия в целом.

Неуправляемые системы не обеспечивают целенаправленного функционирования. К неуправляемым относятся стихийные явления природы, работа оборудования после отказа, движение ветра.

При рассмотрении, анализе и синтезе систем существуют два подхода: *индуктивный (классический) и системный.*

Индуктивный подход предполагает изучение системы путем перехода от

частного к общему и дальнейший синтез системы за счет слияния ее компонентов.

Системный подход предполагает переход от общего к частному при выделении исследуемого объекта из окружающей среды при единой цели.

Структуру системы можно изучать исходя из состава отдельных подсистем *(структурный подход)* или путем анализа функционирования отдельных свойств, позволяющих достичь заданной цели (*функциональный подход*).

Структурный подход позволяет выделить состав элементов системы и связи между ними. Наиболее общее описание структуры - топологическое описание на базе теории сетей и графов.

Структура системы- совокупность связей между элементами системы, отражающая их взаимодействие. Структура системы может изучаться с разных позиций- извне (состава отдельных элементов системы и отношений между ними) и изнутри (при анализе свойств системы, приводящих к намеченной цели). Связи между элементами, определяющие систему, могут быть *устойчивые, неустойчивые, статистически устойчивые.*

Устойчивые связи существуют постоянно в течение рассматриваемого промежутка времени или возникают регулярно.

Неустойчивые связи возникают редко, от случая к случаю.

Статистически устойчивые связи с течением времени стремиться к определенным значениям.

Связи могут определяться экономическими отношениями, физическими или социальными законами, отношениями родства, подчиненности и т.д. Они могут быть функциональными, информационными, причинными, логическими и т.д.

Функциональный подход рассматривает отдельные функции, алгоритмы, приводящие к достижению цели.

Характеристики системы могут быть количественные и качественные. Количественно система характеризуется числами, выражающими отношение между заданной величиной (эталоном) и исследуемой величиной. Качественные характеристики выражаются описанием типа хороший, плохой, больше, меньше или с помощью различных шкал, например методами экспертных оценок.

Функционирование системы – проявление функций системы во времени, переход от одного состояния к другому (движение в пространстве состояний). При использовании системы важно качество ее функционирования. Один и тот же закон функционирования может быть реализован с помощью различных алгоритмов. Процесс функционирования можно рассматривать как последовательную смену состояний, Совокупность всех возможных значений состояний системы называют *пространством состояний системы.*

Внешняя среда- множество существующих вне системы элементов любой природы, оказывающих влияние на систему или находящихся под ее воздействием. Внешняя среда определяет условия функционирования системы посредством воздействия внешних факторов, являющихся движущей силой процесса и определяющих характеристики этого процесса. В зависимости от цели внешние факторы могут быть *стимулирующими, регулирующими, ограничивающими, возмущающими и разрушающими.*

Стимулирующие факторы стимулируют развитие процесса, например, подача

углекислого газа (внешний фактор) в теплицу (систему) приводит к ускорению созревания растений.

Регулирующие, управляющие факторы приводят к изменению целей, режимов и алгоритмов функционирования системы.

Ограничивающими факторами являются различные нормативно-правовые акты, законы, нормы поведения, технические условия, регламенты и стандарты функционирования технологических процессов и технических систем.

Возмущающие факторы – это отрицательные факторы, негативно влияющие на работу системы, достижение ее цели. Эти факторы можно спрогнозировать и компенсировать.

Разрушающие факторы – это отрицательные факторы, которые сложно спрогнозировать, а значит, и предотвратить. Они приводят к частичному или полному уничтожению системы.

Отношения между элементами системы и системой определяются их иерархией.

Иерархия – это упорядоченная по старшинству совокупность элементов и подсистем, входящих в данную систему, например, завод – цех – участок – линия-аппарат. Смысл термина «иерархия» (или более полно — «организационная иерархия») удобнее всего пояснить на типичном для сельского хозяйства примере:

Уровень	Описание уровня
…	…
i+1	Совокупность организмов (стадо, сельскохозяйственная культура)
i	Организм (животное, растение)
i-1	Органы
i-2	Ткани
i-3	Клетки
i-4	Органеллы
i-4	Макромолекулы.

В *иерархической системе* объект расчленяется на уровни согласно принципу подчинения низших уровней - высшим. Степень декомпозиции будет определяться как спецификой решаемой задачи, так и имеющейся информацией об объекте.

Иерархическая организация, конечно, не является исключительной особенностью сельского хозяйства - такой подход к структурированию приложим к самым разнообразным системам - коммерческим предприятиям, комплектам компьютерных программ, социальному устройству, электронному оборудованию и т. п.

Объекты, принадлежащие каждому структурному уровню, могут рассматриваться и как системы, образованные из подсистем (объекты более низких уровней), и как подсистемы, входящие в состав некоторой системы (объект более высокого уровня).

Для иерархических систем характерны три важных свойства:

1. Каждый уровень иерархии имеет свой собственный язык, свою систему концепций или принципов. К примеру, понятия «производство продуктов животноводства», «урожайность сельскохозяйственной культуры» практически лишены смысла на уровне клетки или органеллы.

2. На каждом уровне иерархии происходит обобщение свойств объектов более

низких уровней. Закономерности, обнаруженные и описанные для последних, могут быть включены в объясняющую (функциональную) схему, обретая при этом связь с объектом высшего уровня. Таким образом, описание на уровне i способствует объяснению (пониманию) явлений, имеющих место на уровне i-1.

3. Взаимосвязи между уровнями не симметричны. Для нормального функционирования объектов высшего уровня необходимо, чтобы успешно «работали» объекты более низкого уровня, но не наоборот.

Однако главная задача при этом — выбрать компоненты системы таким образом, чтобы каждому из них была присуща относительная автономия, то есть, чтобы внутренние связи в пределах каждой подсистемы были сильными, а взаимодействия между подсистемами — слабыми. Обычно решающим оказывается то обстоятельство, что подсистемы, подлежащие рассмотрению, должны быть хорошо изучены и описаны.

Понятие модели и моделирования. Классификация моделей

Научные знания можно разделить на две категории: *фундаментальные и прикладные*.

Фундаментальные знания описывают наиболее общие законы природы и техники.

Прикладные знания представляют собой разновидность фундаментальных знаний и находят применение при организации производства товаров и в сфере услуг. Какая-то часть этих товаров и услуг используется в процессе исследований, что, в свою очередь, повышает уровень фундаментальных и прикладных знаний.

Для согласования результатов «смежных» исследовательских программ и выработки единого убедительного для практики заключения - хорошим средством оказывается *модель*.

Модель – материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе изучения замещает объект-оригинал, сохраняя некоторые важные для данного исследования типичные его черты.

Моделирование можно рассматривать как замещение исследуемого объекта (оригинала) его условным образом, описанием или другим объектом, именуемым моделью и обеспечивающим адекватное с оригиналом поведение в рамках заданных допущений. Моделирование обычно выполняется с целью познания свойств оригинала путем исследования его модели, а не самого объекта. Моделирование оправданно в том случае, когда оно проще создания самого оригинала или когда последний по каким-то причинам лучше вообще не создавать.

С моделями и моделированием мы сталкиваемся в нашей жизни каждый день. В детстве ребенка окружают игрушки — машинки, куклы, конструкторы и т. д. - модели, повторяющие отдельные свойства реально существующих предметов. Играя, ребенок получает важные знания о них и, вырастая, начинает грамотно применять уже реальные объекты. В процессе мышления человек оперирует образами объектов окружающего мира, которые являются разновидностями моделей – когнитивными (мысленными) моделями.

Реальная польза от моделирования может быть получена при условии, что модель

адекватна оригиналу в том смысле, что должна с достаточной точностью отображать интересующие исследователя характеристики оригинала.

В большинстве случаев моделирование вовсе не заменяет реальный объект и не отменяет необходимости в его разработке и натурном испытании. Оно просто значительно уменьшает объем работ по проектированию и исследованию объектов. В тех же случаях, когда это не так, стоимость моделирования может оказаться вполне сравнимой со стоимостью разработок и натурных испытаний изделий (вспомним тренажерную модель самолета).

Дадим классификацию моделей, отражающую в первую очередь методологические вопросы процедуры построения математических моделей и нахождения их решения с помощью ЭВМ.

Если исходить из целевого направления информационных потоков, циркулирующих между объектами и окружающим миром, модели можно разделить на модели для *исследования* и модели для *управления*.

Модели для исследования являются формой организации и представления знаний, средством соединения новых знаний с имеющимися. При расхождении модели с реальностью это несоответствие ликвидируется путем изменения модели.

Модели для управления являются средством организации практических действий, способом представления эталонных действий или их результата, т.е. являются рабочим представлением целей. Модели для управления используются для того, чтобы при обнаружении расхождения между моделью и реальным процессом направить усилия на изменение реальности так, чтобы приблизить ее к модели. Они носят нормативный характер, играют роль стандарта, под который подгоняются как сама деятельность, так и ее результат. Примерами моделей управления служат планы и программы, уставы организаций, законы, алгоритмы, рабочие чертежи и шаблоны, параметры отбора, технологические допуски, технические и агротехнологические требования и т.д.

Основное различие между исследовательскими моделями и моделями для управления состоит в том, что модели для исследований отражают существующее, а модели для управления – не существующее, но желаемое и возможно осуществимое.

По форме представления модели делят на: *физические, символические и смешанные.*

Физические модели подразделяются на модели *подобия и аналоговые*.

Модели *подобия* характеризуются некоторыми масштабными изменениями, выбираемыми в соответствии с критериями подобия (например, глобус- модель земного шара). Природа процесса и его физическая сущность одинаковы, как для модели, так и для исследуемого оригинала.

Аналоговые модели основаны на известных аналогиях между протеканием процессов в механических, тепловых, электрических, пневматических, гидравлических и других динамических системах и предназначены для исследования статических и динамических свойств объекта.

Символические модели характеризуются тем, что параметры реального объекта и отношения между ними представлены символами:

- семантическими (словами),
- математическими,

- логическими.

Класс символических моделей весьма широк. Наряду со словесными описаниями функционирования объектов - сценариями, сюда также относятся схематические модели: чертежи, графики и блок-схемы, логические блок-схемы (например, алгоритмы программ) и таблицы решений, таблицы и номограммы, а также математические описания — *математические модели*.

Математическая модель представляет собой набор формальных соотношений, которые отображают поведение исследуемой системы и состоящее из совокупности связанных между собой математическими зависимостями (формулами, уравнениями, неравенствами, логическими условиями) величин - факторов. По своей роли эти факторы целесообразно подразделить на параметры и характеристики (рис.1.2).

Модели функционирования включают широкий спектр символических моделей, например:

модель жизненного цикла системы, описывающая процессы существования системы от зарождения до прекращения функционирования;

модели операций, выполняемых объектом, представляют описание взаимосвязанной совокупности процессов функционирования отдельных элементов объекта. Так, в состав моделей операций могут входить модели надежности, характеризующие выход элементов системы из строя под влиянием эксплуатационных факторов;

информационные модели, отображающие во взаимосвязи источников и потребителей информации, виды информации, характер ее преобразования, а также их временные и количественные характеристики;

процедурные модели, описывающие порядок взаимодействия элементов исследуемого объекта при выполнении различных операций, например обработки материалов, деятельности персонала, использования информации, в том числе и реализации процедур принятия управленческих решений;

временные модели, описывающие процедуру функционирования объекта во времени и распределение ресурса "время" по отдельным компонентам объекта.

Параметрами объекта называются факторы, характеризующие свойства объекта или составляющих его элементов. В процессе исследования объекта ряд параметров может изменяться, поэтому они называются *переменными*, которые в свою очередь подразделяются на *переменные состояния и переменные управления.*

Переменные состояния объекта являются функцией переменных управления и воздействий внешней среды.

Характеристиками (выходными характеристиками) называются интересующие исследователя непосредственные конечные результаты функционирования объекта (естественно, что выходные характеристики являются переменными состояния).

Характеристики внешней среды описывают свойства внешней среды, которые сказываются на процессе и результата функционирования объекта. Значения ряда факторов, определяющие начальное состояние объекта или внешней среды, называются *начальными условиями.*

При описании математической модели оперируют следующими понятиями:

- *критерий оптимальности;*
- *целевая функция;*

- *система ограничений;*
- *уравнение связи;*
- *решение модели.*

Критерием оптимальности называется некоторый показатель, служащий формализацией конкретной цели управления и выражаемый при помощи целевой функции через факторы модели. Критерий оптимальности определяет смысловое содержание целевой функции. В ряде случаев в качестве критерия оптимальности может выступать одна из выходных характеристик объекта.

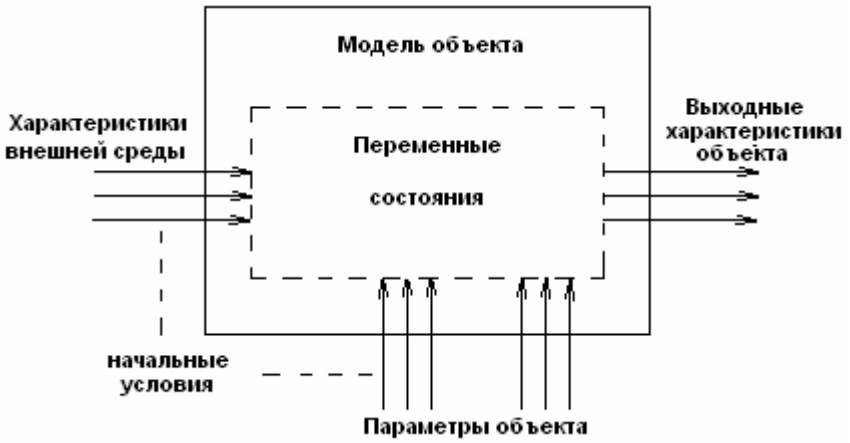


Рис.1.2. Классификация факторов по их роли в модели.

Целевая функция математически связывает между собой факторы модели, и ее значение определяется значениями этих величин. Содержательный смысл целевой функций придает только критерии оптимальности.

Система ограничения определяет пределы, сужающие область осуществимых, приемлемых или допустимых решений и фиксирующие внешние и внутренние свойства объекта. Ограничения определяют область протекания процесса, пределы изменения параметров и характеристик объекта.

Уравнения связи являются математической формализацией системы ограничений.

Критерии оптимальности и система ограничений определяют концепцию построения будущей математической модели, т.е. *концептуальную модель*, а их формализация, т.е. целевая функция и уравнения связи, представляет собой *математическую модель.*

Решением математической модели называется такой набор (совокупность) значений переменных, который удовлетворяет ее уравнениям связи.

Модели, имеющие много решений, называются *вариантными* в отличие от *безвариантных*, имеющих одно решение. Среди допустимых решений вариантной модели, как правило, находится одно решение, при котором целевая функция, в зависимости от смысла модели, имеет наибольшее или наименьшее значение. Такое решение, как и соответствующее значение целевой функции, называется *оптимальным.*

В зависимости от степени формализованности связей между факторами различают *аналитические и алгоритмические модели.*

Аналитической называется модель в виде уравнений или неравенств, не имеющих разветвлений вычислительного процесса при определении значений любых переменных состояния модели, целевой функции и уравнений связи.

Если в математических моделях единственная целевая функция и ограничения заданы аналитически, то подобные модели относятся к классу моделей математического программирования.

Характер функциональных зависимостей может быть линейным и нелинейным. Соответственно этому математические модели делятся на *линейные и нелинейные*.

В сложной системе зачастую гораздо легче построить ее модель в виде *алгоритма*, показывающего отношения между элементами системы в процессе ее функционирования, задаваемые обычно в виде логических условий - разветвлений хода процесса.

К алгоритмическим моделям относятся и *имитационные модели* – моделирующие алгоритмы, имитирующие поведение элементов изучаемого объекта и взаимодействие между ними в процессе функционирования.

При имитационном моделировании процесс функционирования подсистем, выраженный в виде правил и уравнений, связывающих переменные, имитируется на компьютере. Для имитации используются специальные среды имитационного моделирования, позволяющие строить модели, имитирующие работу моделируемой системы, с любой степенью достоверности без проведения подробных аналитических преобразований.

В зависимости от того, содержит ли математическая модель случайные факторы, она может быть отнесена к классу *стохастических или детерминированных.*

В *детерминированных* моделях ни целевая функция, ни уравнения связи не содержат случайных факторов. Следовательно, для данного множества входных значений модели на выходе может быть получен только один единственный результат. Главная особенность детерминированной модели заключается в том, что любой прогноз (живая масса животного, урожайность культуры, количество осадков) она формируется в виде числа, а не в виде распределения вероятностей. Это в ряде случаев приемлемо, однако когда приходится иметь дело с величинами, значение которых предсказать трудно (количество осадков), такой подход оказывается совершенно неудовлетворительным.

Стохастические математические модели имеют факторы с вероятностной природой и характеризуются какими-либо законами распределения. Значения выходных характеристик в таких моделях могут быть предсказаны только в вероятностном смысле. Это даёт возможность оценивать не только среднее значение прогнозируемого параметра, но и его дисперсию.

Следующим признаком, по которому можно различать математические модели, является связь с фактором времени.

Статическая модель — это математическая функция, в которую не включена переменная времени. Все особенности поведения системы, имеющие выраженную зависимость от времени, при этом игнорируют. А поскольку все в мире быстро ли, медленно ли, но меняется, то любая статическая модель условна. Статическими моделями пользуются, когда в рамках поставленной задачи инерционностью и "памятью" реальной системы можно пренебречь. Это возможно при выполнении ряда условий, в число которых входят следующие:

- система устойчива, т.е. переходные процессы после скачкообразного изменения входов затухают;

- входы меняются медленно;
- выходы изменяются редко.

Математическая модель системы называется *динамической*, если значение ее выхода y(t) может зависеть от времени t протекания процесса, его прошлого s:

$$y(t) = F(\{u(s), s<t\}). \quad (1.1)$$

Динамические модели позволяют учесть наличие "памяти", инерционности системы. Математическим аппаратом описания динамических систем являются дифференциальные, разностные уравнения, конечные автоматы, случайные процессы. Динамические модели, имеющие практическую ценность, обычно строятся на основе дифференциальных уравнений, не поддающихся прямому интегрированию, и решение их нельзя получить в виде простых аналитических выражений. В этом случае прибегают к численным методам решений на компьютере с помощью специального программного обеспечения.

Система может быть *дискретной или непрерывной* по входам, выходам и по времени. Под дискретным понимается конечное или счетное множество - один, два, три и т.д. Под непрерывным понимается множество - отрезок, луч или прямая линия, т.е. связное числовое множество, количество элементов которого стремится к бесконечности. Как правило, дискретность входа влечет за собой дискретность выхода объекта. Кроме того, для статических систем исчезает разница между непрерывным и дискретным временём.

Смешанные модели могут содержать как физические, так и символические элементы.

Эмпирические модели описывают связи между параметрами элементов одного уровня. Разработчик эмпирической модели всегда остается в пределах одного единственного уровня организационной иерархии, где он и строит уравнения, связывающие между собой параметры, свойственные подсистеме только данного уровня.

Функциональная модель объясняет связи между элементами как одного уровня иерархии, так и между различнми уровнями. Разработчик функциональной модели стремится описать поведение системы с фундаментальных позиций, затрагивающих основу работы объекта, учитывающих наиболее общие закономерности его работы.

Всегда можно построить такую эмпирическую модель, которая была бы согласованна с массивом опытных данных лучше, чем функциональная, т.к. эмпирическая модель практически свободна от ограничений, в то время как возможности функциональной модели ограничиваются положенными в ее основу допущениями, идеями и гипотезами.

2.1. Получение данных

Исследование реального объекта и его математической модели связано с использованием исходной информации, получаемой в процессе непосредственного измерения на объекте. Получение данных осуществляют путем:

- *всеобщего контроля;*
- *выборочного исследования;*
- *планирования эксперимента.*

При *всеобщем контроле* осуществляют измерения со всех объектов, по всем параметрам на всех временных интервалах. Это предполагает большие материальные и временные затраты на осуществление исследования.

Выборочное исследование – это метод исследования, при котором параметры изучаемого явления, происходящего на объекте, устанавливаются по определенной части этого объекта на основе положений случайного отбора- выборки. Результаты исследования части объекта распространяются на весь объект - генеральную совокупность. В ряде исследований этот метод является единственно возможным, например: при контроле качества продукции, проводимом путем уничтожения или разложения на составляющие изучаемого продукта, в государственной и ведомственной статистике, торговле.

Например, зерно, находящееся на хранении, должно проверяться на содержание клейковины. Выборочный метод исследования предполагает, что будет исследоваться не все зерно, а только его часть, например, масса в 1 кг с каждого элеватора, взятой из центральной части емкости в определенные сроки хранения.

Особенность выборочного исследования состоит в том, что выбор единиц для обследования происходит по принципу равных возможностей попадания в выборку каждой единицы исследуемого параметра - считается, что клейковина в массе зерна постоянна для всего элеватора - генеральной совокупности (для одной партии или потока). При распространении результатов выборки на всю генеральную совокупность возникают ошибки, зависящие от разных факторов: степени вариации изучаемого явления, численности выборки, методов отбора единиц для исследования, принятого уровня достоверности результатов. Для снижения ошибки применяют случайные (рандомизированные) выборки.

Рандомизация- это случайный выбор объекта исследования, его уровня или варианта.

Исходные экспериментальные данные с объекта, например для двух величин x и y, формируются в виде таблиц измерений зависимой (выходной) величины y от независимой (входной) величины x, таблица 2.1.

Исходные данные об объекте или его модели могут быть представлены в виде:

- отдельных чисел;
- векторов и матриц чисел;
- временного (динамического) ряда.

При дальнейшей обработке полученный массив данных удобнее представлять в виде матрицы:

$$\mathbf{X} = [\, x_{11}\, x_{12} \ldots x_{1n}\, x_{21}\, x_{22} \ldots x_{2n}\, x_{m1}\, x_{m2} \ldots x_{mn}], \qquad (2.1)$$

где m- число строк матрицы (возможно интерпретировать как число повторностей эксперимента);

n- число столбцов матрицы (возможно интерпретировать как число факторов, переменных).

Аналогично в виде матрицы можно представить и выходные переменные Y. Если матрица имеет один столбец или одну строку, то ее рассматривают как вектор.

Экспертные оценки применяются, когда нет надлежащей теоретической или экспериментальной информации об объекте исследования. Исходя из полученной в результате анализа модели объекта исходной информации, определяются направления,

специальности, по которым необходимо привлечь экспертов. В оценке эксперта будут интегрированы его знания, интуиция и опыт, относящиеся к конкретному явлению.

Таблица 2.1. Элементарная форма представления экспериментальных данных (i-номер эксперимента, n- количество экспериментов).

номер эксперимента, i	**1**	**2**		**n**
y	x_1	x_2	…	x_n

Один из методов экспертной оценки - метод *Дельфи*, состоит в последовательном анкетировании мнений экспертов различных направлений деятельности по интересующим вопросам, основанных на логическом анализе, интуиции и опыте. Метод предполагает использование серии анкет, в каждой из которых содержится информация и мнения, полученные из предыдущих анкет. Степень достоверности экспертизы устанавливается по погрешности, с которой оценка эксперта в итоге подтверждается последующими событиями.

Свертывание векторов (скаляризация). В случаях, когда выходная информация представлена в виде вектора, для упрощения анализа применяют его свертывание. Свертывание позволяет векторный критерий

$$Y[y_1\ y_2\ \dots\ y_n] \qquad (2.2)$$

заменить на скалярный путем линейного преобразования

$$F_c(y) = \alpha_1 * y_1 + \alpha_2 * y_2 + \dots + \alpha_n * y_n \rightarrow \max, \quad (2.3)$$

где $\alpha_i > 0$; $\sum \alpha_i = 1$ - весовые коэффициенты, показатели относительной значимости параметров y.

Линейная свертка применяется в случае необходимости иметь один выходной параметр или в случае разных по своей физической природе частных параметров y, с разными шкалами и размерностями.

Планирование эксперимента – это метод исследования, при котором параметры изучаемого явления устанавливаются с помощью специальных планов, подробнее о которых будет описано в разделе 3.9.

2.2. Детерминированные и стохастические исходные данные

Детерминированные экспериментальные данные и построенные на их основе математические модели представляют собой достаточно простые системы уравнений, основанные на известных законах.

Например, расстояние, пройденное телом, движущееся с постоянной скоростью, равно его скорости, умноженное на время движения. В этой модели движения тела известны все условия (постоянная скорость и время), поэтому будет точно спрогнозировано и расстояние.

Детерминированные модели широко применяются для прогнозирования физических и экономических явлений. Для них всегда должны быть известны все входные параметры, неопределенность их идентификации и измерения должна быть сведена к минимуму. Одной ситуации в объекте всегда соответствует вполне

определенные входные параметры и выходные величины. Между ними существуют всегда однозначные соотношения.

Детерминированные входные и выходные параметры систем при измерении, счете, считывании, преобразованиях в измерительных системах, подвергаются искажениям, что приводит к ошибкам. Поэтому при моделировании систем о детерминированных данных можно говорить только с учетом этих ошибок. Однако зачастую необходимо провести анализ системы, некоторые факторы которой неизвестны или определяются с большой погрешностью.

Стохастические исходные данные. При проектировании хлебоприемного пункта количество входных разгрузочных устройств зависит от числа поступивших на разгрузку автомобилей, их грузоподъемности, интервала их прихода, качества урожая и многих других факторов, количество которых заранее трудно знать.

При созревании урожая его количество и качество зависит от погодных условий, агротехники, питания растений, которые, каждый по-своему, вполне определено влияют на результат. Однако существует еще множество не учитываемых факторов, неизвестных исследователю или недоступных ему для измерения и наблюдения, которые по-своему влияют и на качество, и на урожайность.

В этих двух вышеуказанных случаях из-за неопределенности некоторых входных параметров системы ее будущее поведение можно предугадать только с некоторой вероятностью. На результаты экспериментов или реальных явлений оказывают влияние случайные воздействия, возникающие в процессе измерений, учета, наблюдений и обработки информации. Совокупность внешних возмущений также вызывает разброс результатов. Это усугубляется действием целого ряда систематических причин - погрешностью приборов измерений или плохо спланированным экспериментом.

Помимо внешних случайных и систематических воздействий разброс измеряемых значений может быть обусловлен также статистической, вероятностной, природой самого наблюдаемого явления, нечетом неизвестных или неподдающихся измерению факторов.

При наблюдении явлений, в эксперименте, разброс значений часто интерпретируется как результат несовершенства методики наблюдений, а отклонение значений от некого среднего - как погрешность, ошибка измерений. При этом различают *случайные и систематические ошибки*, связанные соответственно со случайными и систематическими причинами. Таким образом, анализ результатов наблюдений должен базироваться на вероятностных представлениях процесса.

Можно считать, что любая задача прогноза в биологических, технологических, организационных и социально-экономических системах ставится в условиях неопределенности.

При построении моделей реальных явлений необходимо выделить определяющие (главные) факторы. Остальные, незначительные, факторы считаются случайными воздействиями на исследуемое явление. Если такие случайные воздействия действуют на выход модели незначительно, то ими можно пренебречь , а такую модель можно считать детерминированной. Однако часто многочисленные незначительные факторы в совокупности играют заметную роль в явлении и их влиянием на характеристики системы пренебречь нельзя.

Учет влияния неопределенных факторов на характеристики модели возможен, если это влияние обладает устойчивостью, многократной воспроизводимостью, подчиняется вполне определенным закономерностям. Такие неопределенные, непредсказуемые характеристики системы, подчиняющиеся устойчивым закономерностям при многократном воспроизведении, называются *случайными величинами*. Эти закономерности изучает математическая статистика.

2.3. Обработка результатов измерений одной случайной величины

Если случайная величина X может принимать в результате повторяющихся экспериментов дискретные значения x_1 , x_2 , … , x_n , то отношение числа экспериментов m , в результате которых случайная величина X приняла значение x_i, к общему числу n произведенных опытов называется относительной частотой m/n появления события $X= x_i$. Относительная частота зависит от количества произведенных опытов и при их увеличении она стремиться к некоторой постоянной величине p_i, называемой вероятностью события $X= x_i$:

$p_i = P(X = x_i) \approx m/n$.

Если событие достоверно, т.е. обязательно должно произойти, то его вероятность равна единице. Вероятность невозможного события равна нулю. Поэтому вероятность случайного события находится в пределах $0 \leq P \leq 1$. В результате опыта случайная величина обязательно примет одно из своих значений, а общая сумма вероятностей для всего эксперимента

$$\sum_{i=1}^{n} p_i = 1.$$

Эта суммарная вероятность распределена некоторым образом между отдельными значениями x_1 , x_2 , … , x_n:

x_1 , x_2 , … , x_n

p_1 , p_2 , … , p_n.

Соотношения, устанавливающие связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями, называется *законом распределения вероятностей случайной величины*.

Распределение непрерывной случайной величины, принимающей любое значение внутри некоторого интервала, нельзя задать с помощью вероятностей отдельных значений. Поэтому для непрерывных случайных величин рассматривается вероятность того, что в результате опыта случайная величина принимает значения меньшие некоторого заданного вещественного числа x. Эта вероятность является функцией от $x: F(x)= P(X < x) = P(-\infty < X < x)$

и называется функцией распределения случайной величины.

Для непрерывной случайной величины вводится понятие функции плотности распределения случайной величины f(x) как производной от функции распределения

$$f(x)=F`(x).$$

Для дискретных случайных величин вводится функция распределения дискретной случайной величины, определяемой соотношением

$$F(x)= P(X < x) = \sum_{i=1} p(x_i), \text{ где } x_n<x.$$

Функция распределения в этом случае представляет собой разрывную ступенчатую зависимость.

Случайные величины часто определяют с помощью следующих числовых характеристик, выражающих особенности случайных величин.

Математическое ожидание m_x случайной величины характеризует центр рассеяния случайной величины и определяется выражениями:

$$m_x = M[X]= \begin{cases} \sum_{i=1}^{n} p^* x_i, & \text{если X дискретна;} \\ \int_{-\infty}^{+\infty} x^* f(x)dx, & \text{если X непрерывна,} \end{cases}$$

где M- символ математического ожидания случайной величины X.

Дисперсия $D_x = \sigma^2_x$ характеризует разброс значений случайной величины относительно ее центра (математического ожидания m_x)

$D_x = \sigma^2_x = M[(X- m_x)^2]$,

где M- символ математического ожидания случайной величины $(X- m_x)^2$.

Рассмотрим несколько функций распределения, имеющих важное практическое значение.

Равномерный непрерывный закон распределения на интервале [a,b]. В этом случае все значения непрерывной случайной величины равновероятны, функция плотностей вероятности которого равна, рис.2.1.

$f(x) = 1/(a - b)$. (2.4)

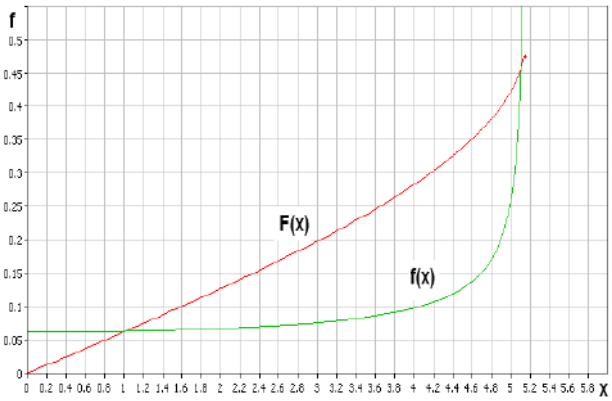
Это распределение широко применяют в теории надежности систем, теории массового обслуживания.

Распределение по закону арккосинуса – закон распределения мгновенных значений синусоиды со случайной фазой, рис. 2.2.

$f(x) = 1/(\pi \sqrt{(a^2-x^2)}), (-a < x < a)$, (2.5)

где a- амплитуда гармонических колебаний.

Рис. 2.1. Равномерный непрерывный закон распределения случайной величины интервале [a,b] (a = 2, b = 5): f(x)-плотность распределения вероятностей случайной величины; F(x)- функция распределения.



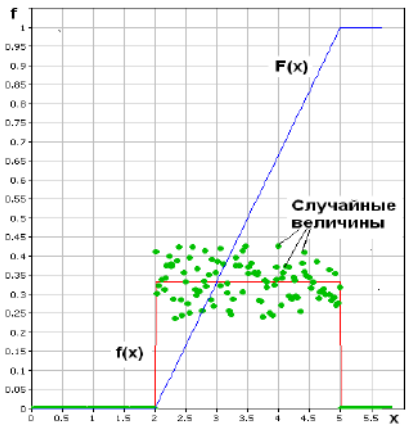


Рис. 2.2. Распределение случайной величины по закону арккосинуса:
f(x)-плотность распределения вероятностей случайной величины;
F(x)-функция распределения.

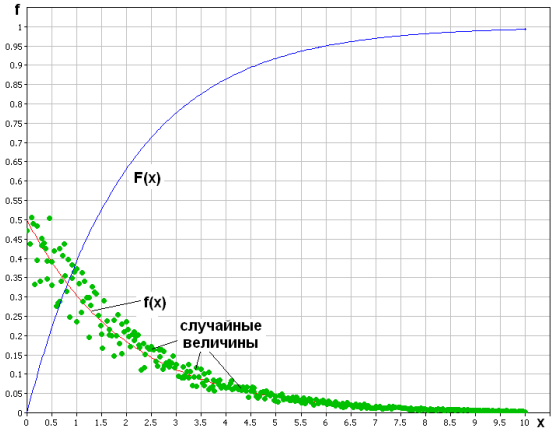
Этот закон может быть применен для случайных величин, изменяющихся по циклическим законам, например, изменение температуры по годам, солнечной радиации и т.д.

Экспоненциальное распределение-закон распределения, имеющий функцию плотности вероятностей, рис. 2.3.

$f(x) = \exp(-x/m)/m$ (2.6)

где m- математическое ожидание случайной величины X.

Рис.2.3. Экспоненциальный закон распределения: f(x)- плотность распределения вероятностей случайной величины; F(x)- функция распределения.



Распределение Вейбулла – закон распределения, имеющий функцию плотности вероятностей

$f(x)= \alpha*\beta*x^{\alpha-1} * \exp(-\beta*x^{\alpha}), \alpha > 0, \beta > 0, (0 < x < \infty)$. (2.7)

Этот закон используется для аппроксимации распределений случайных величин широкого класса задач, имеющих различные параметры α и β. Внешний вид некоторых распределений закона Вейбулла приведен на рис. 2.4.

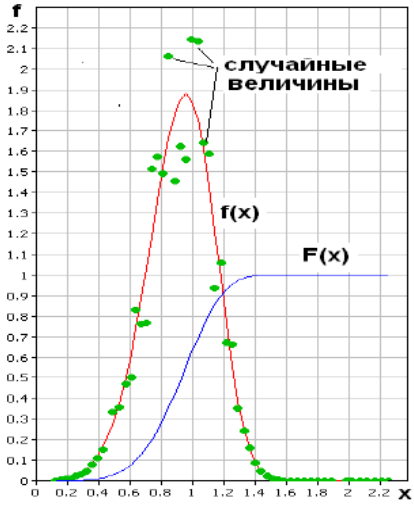


Рис. 2.4. Закон распределения Вейбулла: f(x)- плотность распределения

вероятностей случайной величины; F(x)- функция распределения.

Распределение Гаусса или нормальный закон распределения случайной величины, характеризуется плотностью вероятностей, рис.2.5.,

$$f(x)= (1/\sigma\sqrt{2\pi})* \exp[- (x-m_1)^2/2*\sigma^2], \quad (2.8)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение случайной величины; m_1 – математическое ожидание случайной величины.

Вероятность попадания случайной величины в интервал [a,b] определяется выражением

$$P(a<X<b) = \int_a^b f(x)dx = (1/\sigma\sqrt{2\pi})* \int_a^b \exp[- (x-m_1)^2/2*\sigma^2]\, dx =$$

$$= ½ [\Phi*(b - m_1)/ \sigma\sqrt{2}) – \Phi*(a - m_1)/ \sigma\sqrt{2}], \quad (2.9)$$

где $\Phi(x) = (2/\sqrt{\pi})* \int_0^x \exp[- t^2/2]\, dt$ - функция Лапласа или интеграл вероятностей, значения которого протабулированы или имеются в программном обеспечении компьютера; t- табличная случайная величина, табулированная по нормальному закону.

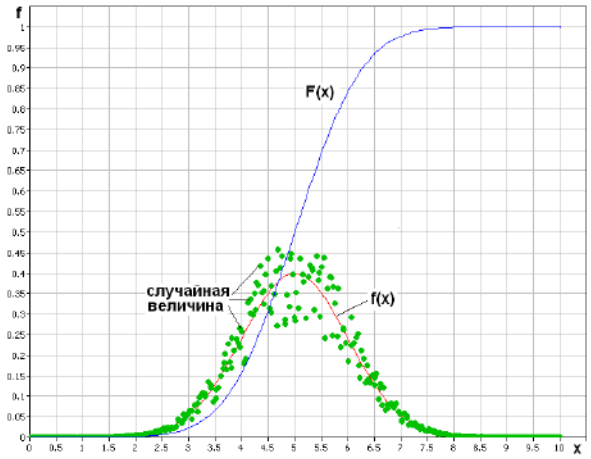


Рис.2.5. Нормальный закон распределения: f(x)- плотность распределения вероятностей случайной величины; F(x)- функция распределения.

Распределение, близкое к нормальному, имеют много разных по своей природе случайных величин, например тепловые шумы, размеров и масс зерна, плодов, овощей. Как правило, это распределение является результатом действия на случайную величину множества других случайных величин. Нормальное распределение является следствием центральной предельной теоремы теории вероятностей - закон распределения суммы независимых случайных величин переменных (X_1, X_2 , …, X_n), имеющих одинаковые распределения, приближается к гауссовому при неограниченном увеличении числа слагаемых независимо от закона их распределения. Она широко используется для описания и понимания функционирования реальных систем. Для дискретных случайных величин применяют равномерный дискретный закон распределения, согласно которому все значения дискретной случайной величины равновероятны:

$f(x = k) = 1/m, (1 \le x \le m)$. (2.10)

Распределение Пуассона - закон распределения дискретных величин, рис.2.6., определяющий вероятность появления события k раз за время t, если считать, что вероятность наступления события на протяжении интервала Δt пропорциональна этому интервалу, а события в различные моменты времени независимы:

$f(x = k) = \lambda^k * e^{-\lambda} / k!,\ 0 \le x < \infty,$ (2.11)

где $\lambda = n * P$; n- число опытов; P- вероятность появления события в каждом опыте. Закону Пуассона отвечают, например, распределение телефонных вызовов за время t.

Проверка гипотез о законе распределения характеристик проводится аналогично как для входных случайных величин так и для выходных. Для этого статистические данные группируются по интервалам таким образом, чтобы эти интервалы покрывали весь диапазон изменения исследуемого фактора y, длины интервалов были равны, а количество данных в каждом интервале - достаточно большим (во всяком случае, не мёнее пяти). Для каждого интервала ($y_j - y_{j-1}$) подсчитывается число m_j результатов измерений, попавших в этот интервал, после чего переходят к вычислению относительных частот h_j попадания измеряемого параметра в интервал по формуле

$$h_j = m_j / m; \qquad (2.12)$$

где $m = \sum_{j=1} m_j$.

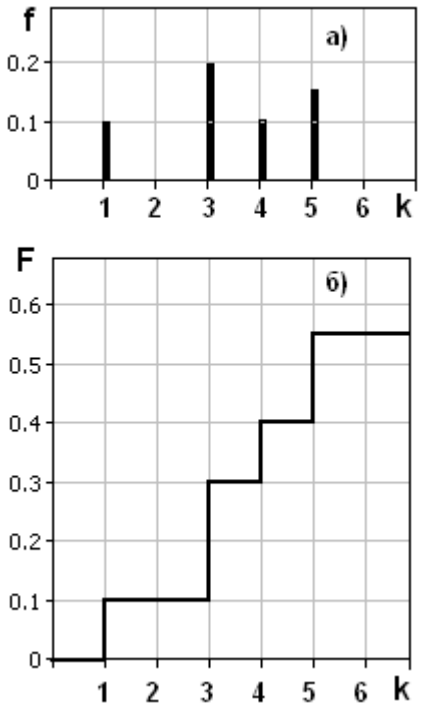


Рис.2.6. Дискретный закон распределения случайной величины по закону Пуассона: а) - плотность распределения вероятностей f(x); б)- функция распределения F(x).

Сельскохозяйственные объекты имеют большую вариабельность параметров, поэтому количество необходимых измерений может быть большим- 30 и более.

Построение полученного экспериментального распределения относительных частот позволяет подобрать на компьютере с помощью пакета статистической

обработки информации наиболее близкий к нему по форме теоретический закон распределения, после чего определяются числовые значения параметров аппроксимирующей функции - теоретического закона распределения.

Одновременно проверяется гипотеза о соответствии выбранного теоретического закона распределения и распределения в генеральной совокупности (эксперимент) с помощью критериев согласия, позволяющих на основании доверительных интервалов сделать вывод о ее опровержении или не опровержении.

Из всех критериев согласия наиболее часто применяется критерии χ^2 (критерий Пирсона) :

$$\chi^2 = \left(\sum_{j=1}^{J} \left((h_j - h_{jp})^2 / h_j \right); \right. \quad (2.13)$$

где h_{jp} — теоретическая частота попадания случайной величины в интервал $(h_j - h_{j-1})$; $j = 1, 2, ..., J$— число равных интервалов, на которые разбивается диапазон изменения исследуемой случайной величины.

По соответствующим математико-статистическим таблицам находят или это делает компьютер самостоятельно при данном числе степеней свободы k и доверительной вероятности p критическое значение критерия $\chi^2_{кр.}$ Гипотеза о соответствии экспериментального закона распределения теоретическому считается непротиворечивой опыту при условии $\chi^2 < \chi^2_{кр}$.

При использовании критерия χ^2 необходимо, чтобы объем экспериментальных данных был больше 50, а количество их в каждом интервале — более 5. В ряде случаев используются и другие статистические критерии.

Для определения статистической зависимости между исследуемыми величинами и проверки полученной связи используют аппарат однофакторного и многофакторного регрессионного анализа.

В связи с тем, что при проведении экспериментов на компьютере неясно, какая из функций наилучшим образом описывает полученные данные, выбирают несколько таких функций, исходя из предположений о картине протекания исследуемого процесса:

$y = f_1 (x , ă_1)$,

$y = f_2 (x , ă_2)$, (2.14)

…….

$y = f_S (x , ă_S)$,

где y — некоторая выходная характеристика модели;

x — вектор входных параметров модели;

f_1,..., f_S — различные математические функции, описывающие взаимосвязь выхода y со входами x;

$ă_1$, $ă_2$, …, $ă_S$ — векторы параметров для соответствующих функций.

После нахождения параметров $ă_1$, $ă_2$, …, $ă_S$ необходимо оценить качества модели путем получения доверительных оценок параметров и доверительной оценки отклонения теоретической зависимости от экспериментальных данных. Например, для линейной зависимости теоретическую прямую можно записать в виде

$y = b + \beta^* y/x (x - a)$, (2.15)

где $\beta^* y/x = r * D_y/D_x$; D_y , D_x – дисперсии по x и y; r- эмпирический коэффициент

корреляции.

Значимость эмпирического коэффициента корреляции r проверяется путем сравнения абсолютного значения коэффициента корреляции, умноженного на

S $\sqrt{(m-1)}$ с его критическими значениями $H_{кр}$ при заданной доверительной вероятности p. Если

$$|r| \sqrt{(m-1)} > H_{кр},$$

то случайные величины коррелированы между собой. Критические значения $H_{кр}$ для различного объема статистических измерений и различных доверительных вероятностей p приведены в соответствующей литературе по математической статистике.

Доверительными границами для b служат

$$\varepsilon_b = \hat{y} \pm t * \sqrt{(m-1) / (m-2)} * \sqrt{(1-r^2)} * D_y / \sqrt{m};$$

а для $\beta * y/x$:

$$\varepsilon_\beta = \beta * y/x \pm D_y * \sqrt{(1- r^2) / D_x} * \sqrt{(m-2)},$$

где $\hat{y}$ - среднее арифметическое величины y;

S_y ,S_x - эмпирические стандартные отклонения величин y и x;

$t = f(p, k)$ - значение критерии Стьюдента для заданной доверительной вероятности p и числа степеней свободы $k = m - 2$.

2.4. Аппроксимация исходных данных

Аппроксимация исходных данных - способ представления данных в виде той или иной зависимости. Для более эффективного первоначального анализа экспериментальной информации сочетание двух величин представляют на графике в виде точек x_i y_i (имеет место также и многомерная аппроксимация). Возможны следующие виды аппроксимации:

- *интерполяция*, когда аппроксимирующая функция должна пройти через все экспериментальные точки;
- *регрессия*, когда аппроксимирующая функция усредняет экспериментальные данные, проходит вблизи них;
- *сглаживание с фильтрацией*, когда функция не учитывает выбросы, шумы, случайные данные и артефакты.

При интерполяции через экспериментальные точки проводятся кривые разной степени гладкости, разной степени приближения к данным. При линейной интерполяции аппроксимирующая функция соединяет соседние экспериментальные точки отрезками прямых линий. Интерполяцию осуществляют в функции одной и более переменных.

Кубическая сплайн-интерполяция соединяет несколько соседних экспериментальных точек гладкой кривой, первая и вторая производные которой в каждой точке непрерывны.

Экстраполяция – это интерполяция за пределами заданного интервала экспериментальных точек, предсказание значений по имеющимся данным.

*Представление данных в виде временных рядов***.** Временные ряды, ряды динамики, характеризуют изменение того или иного показателя во времени,

временной функции. Временной ряд могут составлять как отдельные числа, так и вектора и матрицы.

В каждом ряду имеется два основных элемента: показатель времени t и соответствующий ему уровень развития изучаемого явления Y=f(t). Основным показателем для получения правильных выводов при анализе рядов динамики является сопоставимость его элементов.

Ряды формируются при обработке результатов наблюдений (аргумент x в таблице 2.1. – время t). Значения одноименных показателей повторяющихся во времени располагаются в хронологической последовательности. Каждый ряд охватывает отдельные периоды времени, в которые могут происходить изменения, приводящие к несопоставимости с данными других периодов. Среди причин, приводящих к несопоставимости, можно назвать следующие:

- ошибки в показаниях интервалов времени;
- неоднородность изучаемого явления во времени, изменения в методиках учета;
- применение различных единиц измерения и т.д.

При изучении временных рядов используют понятие *тренда*.

Тренд- это тенденция изменения выходной величины во времени под действием входных факторов, ее усредненное состояние за определенный промежуток времени. Изучение тренда - важное направление в исследовании надежности технических и биологических, социально-экономических, демографических и экологических процессов, осуществляемое путем применения специальных методов анализа временных рядов. Постоянно действующие факторы имеют определяющее значение и формируют тренд. Периодически действующие факторы вызывают повторяющиеся колебания уровней рядов. Действие разовых факторов вызывает случайные изменения уровней рядов динамики.

2.5. Аппроксимация данных функциональными зависимостями

Две случайные величины X и Y связаны функциональной зависимостью, если существует такая числовая функция f , что Y=f (X). Если X и Y независимы, то условные законы распределения случайной величины Y по отношению X не меняется в зависимости от X.

При статистической зависимости случайных величин изменение значения одной величины влечет за собой изменение распределения другой. Показателем степени статистической зависимости является корреляционное отношение

$C_{x/y} = [D(Y/X) / D(Y)]^{0.5}$, (2.16)

где D(Y/X) - дисперсия выходной величины Y при изменении регулируемой переменной X и постоянных нерегулируемых переменных, D(Y)- полная дисперсия выходной величины Y.

Корреляционное отношение находится в пределах $0 <= C_{x/y} <= 1$. Для функциональной зависимости необходимо и достаточно, что бы $C_{x/y}=1$. Чем ближе корреляционное отношение к единице, тем ближе статистическая зависимость к функциональной зависимости и обратно.

Предположим, что в некоторое наблюдение

$y = F(a_1, a_2, \ldots, a_n, x)$ (2.17.)

входят неизвестные параметры a_1, a_2, …, a_n. Проделан ряд экспериментов и получено n опытных данных (x_i , y_i) с целью установления значений параметров. Возникает вопрос, как выбрать параметры закона так, чтобы результаты эксперимента соответствовали ему наилучшим образом. Как правило, решение вопроса о подборе параметров основано на методе наименьших квадратов, который в данном случае состоит в нахождении минимума выражения

$$0.5*\sum_{i=1}^{n} [\ F(a_1, a_2,\ldots,a_n, x_i , y_i\ ]^2 \quad (2.18)$$

по всем возможным значениям a_1, a_2,…,a_n. Дополнительно могут быть поставлены ограничения на параметры, например на их величину или сочетания.

Более простым методом является метод выбранных точек. На координатную плоскость x y наносят экспериментальные данные и проводят через них функцию аппроксимации. Далее определяют вид этой функции, например, в соответствии с таблицей элементарных эмпирических зависимостей, табл. 2.2. После того как выбран вид функции аппроксимации, осуществляется переход к определению наилучших ее параметров. В данном методе по числу параметров выбранной функции выбирают n точек экспериментальных данных по возможности равномерно расположенные вокруг нее. Параметры a_1, a_2,…,a_n определяют из системы алгебраических уравнений (2.1):

$y_1=F(a_1, a_2,\ldots,a_n, x_1)$

$y_2=F(a_1, a_2,\ldots,a_n, x_2)$

…… (2.19)

$y_n=F(a_1, a_2,\ldots,a_n, x_n)$.

Рассеяние результатов наблюдений вблизи уравнения аппроксимации можно оценить с помощью остаточной дисперсии (дисперсии адекватности):

$$S^2_{ад} = S^2_{ост} = 1/(n - l) * \sum_{i=1}^{n} (y_i - \sum_{j=0}^{n} a_j * x^j_i)^2, \quad (2.20)$$

где l- число параметров уравнения.

Степень адекватности полученной модели оценивается по критерию Фишера

$F = S^2_y/S^2_{ост}$, (2.21)

где $S^2_y = 1/(n-1) *\sum_{i=1}^{n}(y_i- y_{ср})^2$ – дисперсия y относительно среднего значения $y_{ср}$.

Критерий F показывает, во сколько раз рассеяние y_i относительно среднего значения больше относительного рассеяния вокруг полученного уравнения аппроксимации. Чем больше значение критерия, тем полученное уравнение лучше описывает экспериментальные данные- степень адекватности выше.

Оценка достоверности полученной модели осуществляется сравнением рассчитанной величины критерия F с его табличным значением $F_{кр}$, определенным для заданного уровня значимости α и степеней свободы ν_1 = n-l и ν_2 = n-1. Уровень значимости α = 0.88…0.88 определяет вероятность, с которой можно считать достоверной принятую аппроксимирующую зависимость при имеющемся числе опытов n и параметров l.

При $F < F_{кр}$ результат аппроксимации считается значимым и найденные

параметры принимаются. В противном случае результат не принимается, считается, что данное уравнение не адекватно описывает экспериментальные данные. В этом случае необходимо увеличивать число экспериментов, снижать уровень достоверности (если это возможно) или поменять вид аппроксимирующего уравнения.

Выбор аппроксимирующего уравнения должен производиться с учетом физических законов, определяющих течение процесса, т.е. всегда следует стремиться к функциональной модели. Если из физического смысла переменные связаны линей-ной зависимостью, то не следует производить аппроксимацию полиномом второй степени-это приведет лишь к искажению модели, снижению ее адекватности. Следует избегать использования полиномов, зависимостей большого порядка (более 4), так как они описывают более высокие колебания, связанные с ошибками, артефактами или не учитываемыми шумами (неуправляемыми переменными).

Экспоненциальные полиномы. Уравнения этого класса записываются в виде

$$W = \exp(a_0 t^0 + a_1 t^1 + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \ldots), \quad (2.22)$$

где $a_0, a_1, \ldots$ — постоянные коэффициенты.

После логарифмирования выражение (2.22) принимает вид

$$\ln W = a_0 t^0 + a_1 t^1 + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \ldots . \quad (2.23)$$

После вычисления производной от последней функции зависимость (2.22) может быть представлена в виде

$$(1/W)*dW/dt = a_1 + 2a_2 t^1 + 3a_3 t^2 + \ldots . \quad (2.24)$$

Экспериментальные данные, аппроксимируемые экспоненциальным полино-мом, можно обработать на компьютере статистическим методами. В результате будут рассчитаны коэффициенты a_i полиноминального уравнения. В практике обычно ограничиваются 2-ой или 3-ей степенями полинома.

*Аллометрические зависимости***.** Предположим, что P и Q — некоторые свойства организма (наблюдаемые количественные характеристики): например, P и Q могут быть массами различных конечностей животного или P может задавать сухую массу растения, а Q — площадь поверхности его листьев. Поскольку организм растет и развивается, то и P, и Q будут изменяться с течением времени, то есть

$$P = P(t) \text{ и } Q = Q(t). \quad (2.25)$$

Считается, что P и Q аллометрически зависимы, если они удовлетворяют аллометрическому уравнению

$$P = a * Q^b, \quad (2.26)$$

где a и b — постоянные коэффициенты.

P и Q изменяются во времени таким образом, что соотношение (2.26) сохраняет справедливость на всем интервале наблюдения.

2.6. Функции роста

Другим видом функций, широко используемых в демографических, медицинских, агрономических и биологических исследованиях, связанных с ростом, динамикой развития растений, животных, человека и их популяций, являются «*функции роста*», обозначающие некоторую аналитическую функцию зависимости величины W от времени t: W = f(t). Назначение функций роста — связать временные ряды данных, относящихся к росту организма или его части, в рамках единого математического

выражения. Предпочтительно построить такую функцию, которая отличалась бы определенным биологическим, технологическим или физическим правдоподобием и интерпретируемостью параметров, то есть отображала бы лежащие в основе изучаемого процесса физиологические или биохимические механизмы и ограничения, т.е. была бы функциональной.

Обычно динамику процесса роста описывают дифференциальным уравнением

$$dW/dt = g(t), \text{ где } g(t) = df/dt \qquad (2.27)$$

или, если исключить промежуточные переменные, в виде *темпа роста* - приращения, например, массы или объема в единицу времени

$$dW/dt = h(W), \qquad (2.27a)$$

где h- некоторая функция.

Это уравнение есть зависимость темпа роста dW/dt от состояния объекта (растения, животного и т.д.), где в качестве переменной состояния выступает переменная W.

В некоторых случаях используют форму, где в качестве одного из параметров является время

$$dW/dt = u(W,t), \qquad (2.28)$$

где u есть некоторая функция от W и t.

Для более полного описания динамики процесса используют относительный темп роста

$$(1/W)*dW/dt, \qquad (2.29)$$

показывающий темп роста относительно изменяющейся величины W в данный момент времени.

Для аппроксимации временных рядов роста с целью более наглядного представления и математической обработки применяется полу - логарифмическая шкала. В этом случае кривая сложной формы может преобразовать свой вид и утратить свою первоначальную специфику. Рассмотрим принципы создания математических моделей функций роста на нескольких примерах.

Пусть существует изолированная система с двумя компонентами - нет ни входов, ни выходов, рис.2.7.

Первый компонент - субстрат S является источником для второго компонента - сухого вещества W (сушка материала, рост растения). Предполагается, что в процессе преобразование первого компонента S в материал второго компонента W потерь нет.

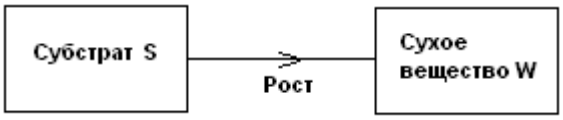


Рис.2.7. Замкнутая двухкомпонентная модель роста.

Различные предположения относительно зависимости скорости процесса (темпа роста) от W и S приводят к различным математическим моделям. Эти уравнения выводятся на основе анализа более простых моделей — обычно путем интегрирования дифференциального уравнения. Такой подход облегчает интерпретацию параметров зависимостей типа «сухая масса — время».

Если допустить, что на рассматриваемом отрезке времени система потерь не имеет - не получает из внешней среды и не теряет никакого материала, то справедливы

следующие дифференциальные уравнения dW/dt = - dS/dt;

$$dW/dt + dS/dt = d(W+S) = 0, \qquad (2.30)$$

так что

$$W + S = const = W_0 + S_0 = W_f + S_f = C, \qquad (2.31)$$

где W_0 и S_0 - исходные значения сухого вещества W и субстрата S в момент времени t = 0;

W_f и S_f – значения к которым приближаются эти параметры при t —>∞, в допущении, что система со временем приходит в устойчивое состояние;

C- постоянная величина – это состояние которое приобретает система через определенный промежуток времени- количество субстрата S становится равным нулю и весь он преобразуется в сухое вещество W.

Первое из уравнений (2.60) показывает, что темп роста сухого вещества dW/dt равен отрицательному темпу роста субстрата - dS/dt, а второе - общий темп роста системы равty нулю. В итоге после достаточного промежутка времени весь субстрат перейдет в сухое вещество, а их суммарное количество не изменится и останется первоначальным.

Темп роста можно представить в виде некоторой функции зависящей от текущих значений субстрата и сухого вещества, такой, что

$$dW/dt = \nu (W,S). \qquad (2.32)$$

Из уравнения (2.31) следует, что S = C- W, тогда уравнение (2.32) можно записать в виде

$$dW/dt = \nu (W, C - W) = h(W), \qquad (2.33)$$

где h – функция одной переменной W.

Таким образом, математической моделью системы, изображенной на рис.2.7. является модель с одной переменной. Остается решить какую функцию ν использовать в уравнении (2.63). Выводы по виду функции ν будут зависеть от характера процесса, происходящего в системе.

Простой экспоненциальный рост. Для системы на рисунке 2.7. примем некоторые допущения (ограничения, условия):

- темп роста пропорционально количеству сухой массы W;
- механизм роста «работает» с максимальным темпом на протяжении всего времени, пока существует питательная среда;
- процесс роста необратим и прекращается, как только истощается питательная среда.

Уравнение (2.33) приобретает вид

$$dW/dt = \mu * W, \qquad (2.34)$$

где μ- параметр относительного темпа роста.

Параметр μ зависит, во-первых, от вида сухой массы W , соответствующей в заданной пропорции ресурсу питательной среды, и, во-вторых, от производительности или скорости с которой осуществляется процесс роста. Интегрирование уравнения (2.64) дает изменение массы во времени t:

$$W = W_0 * e^{\mu * t} \text{ , при } 0 <= t <= t_f; \qquad (2.35)$$

$$W = W_f \text{ , при } t > t_f.$$

Когда $W = W_f$, а $S = 0$, то из уравнения (2.31) следует

$$W_f = W_0 + S_0 \quad (2.36)$$

и рост внезапно прекращается, когда исчезнет ресурс питательной среды S

$$t_f = \{\ln[W_0 + S_0 / W_0]\} / \mu . \quad (2.37)$$

Простой экспоненциальный рост $W = W_0 * e^{\mu * t}$, без ограничений ресурсом питательной среды S, приведен на рис.2.8.- зависимость WP=(t).

Уравнение роста Ричардса. Рассмотренная выше модель экспоненциального роста является наиболее простой в смысле математического описания процесса. В действительности происходят процессы, описываемые более сложными функциями. Одной из таких функций является функция Ричардса, рис.2.8.

$$dW/dt = k*W*(W_f{}^n - W^n) / n*W_f{}^n \quad (2.38)$$

или после интегрирования

$$W = [W_0 * W_f] / [W_0{}^n + (W_f{}^n - W_0{}^n) * e^{-kt}]^{1/n} \quad (2.39)$$

где k, n, W_f - постоянные величины; k, W_f - положительны, а $n >= -1$.

При $n < -1$ уравнение теряет физический смысл, демонстрируя при $W \rightarrow \infty$ бесконечный рост. При определенных значениях дополнительного параметра n оно обращается в одно из наиболее известных уравнений роста, рис.2.8: WM(t)- мономолекулярное (n = -1), WL(t)- логистическое (n = 1) и WG(t)- Гомпертца (n = 0).

Мономолекулярное уравнение. Это уравнение описывает, например, ход простой необратимой химической реакции первого порядка, рис.2.8.

Принятые допущения:

- количество энергии роста неизменно и не зависит от количества сухой массы W;
- механизм роста работает» со скоростью, пропорциональной ресурсу питательной среды S;
- рост необратим.

В данном случае вместо уравнений (2.38, 2.39) имеем

$$dW/dt = k *(W_f - W), \quad (2.40)$$

или после интегрирования

$$W = W_f - W_0 * e^{-k*t}. \quad (2.41)$$

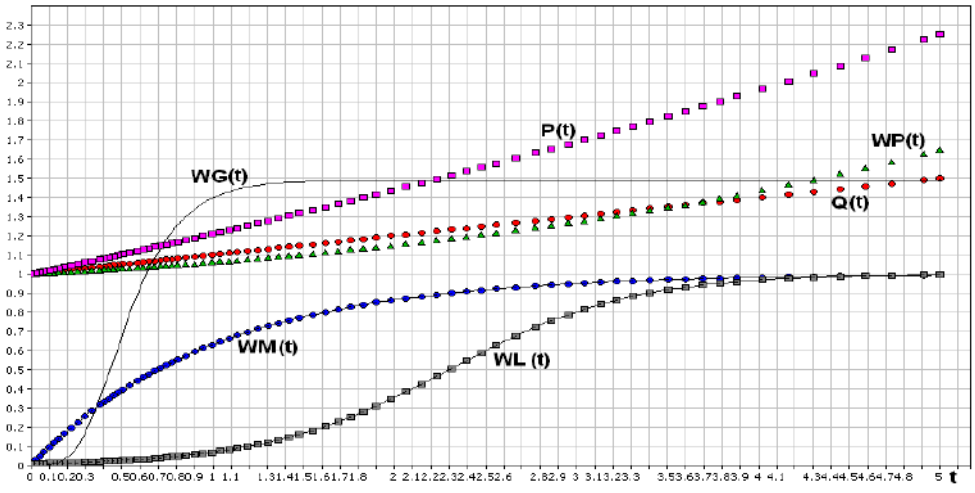


Рис.2.8. Функции роста:

1. WP- экспоненциальная; 2. WM- мономолекулярное (n = -1); 3. WL-

логистическое (n = 1); 4. G- Гомпертца (n = 0); 5. Q- аллометрическая 1; 6. P- аллометрическая 2.

Темп роста непрерывно падает, кривая не имеет точки перегиба.

Уравнение логистического роста. При выводе уравнения логистического роста делается двоякое допущение:

- энергия роста пропорциональна сухой массе W;

- механизм роста «работает» со скоростью, пропорциональной ресурсу питательной среды S;

- процесс роста необратим.

Уравнение логистического роста имеет вид, рис.2.8.

$$dW/dt = k*W*S, \qquad (2.42)$$

или после интегрирования

$$W = [W_0 W_f]/[W_0 + (W_f - W_0)* e^{-k*t}]. \qquad (2.43)$$

Анализ любого из двух последних выражений показывает, что при $W_0 << W_f$ для малых значений t (подстановка $W_0 = 0$ в знаменатель) справедливо приближен-ное равенство

$$W= W_0 * e^{-k*t}. \qquad (2.44)$$

Функция роста Гомпертца. Уравнение Гомпертца выводят, исходя из следующих допущений, рис.2.8.:

- ресурс питательной среды не ограничен, так что с этой стороны энергия роста влияния не испытывает;

- энергия роста пропорциональна сухой массе W, причем коэффициент пропорциональности есть величина постоянная: эффективность энергии роста падает со времёнём, причем спад этот представляет собой динамику первого порядка и соответственно носит экспоненциальный характер. Причиной спада может служить деградация (в частности, расщепление ферментов), старение либо развитие и усложнение организма. К уравнению Гомпертца приводят различные комбинации допущений. Формализация перечисленных выше условий приводит к выражению

$$dW/dt= \mu * W, \qquad (2.45)$$

где параметр μ , то есть удельный темп роста, уже не является постоянной величиной, а изменяется по закону

$$d\mu =-D *\mu , \qquad (2.46)$$

где D — дополнительный параметр, характеризующий уменьшение μ .

Путем преобразований можно получить уравнение Гомпертца в его классической форме

$$dW/dt = \mu_0 * W [1 – D/ \mu_0]* \ln[W/W_0], \qquad (2.47)$$

где индекс 0 относится к величинам в момент времени t = 0.

2.7. Алгоритмические (логические) функции

Алгоритмические модели воспроизводят пошаговый процесс численного решения уравнений, представляющих математическую модель исследуемого объекта. Если алгоритмические модели реализуются на компьютерах, то они могут рассматриваться как структурные модели, работающие с цифровой информацией. В данном случае все преобразования информации выполняются одним и тем же структурным элементом – *процессором.* Последовательность решения задается программой, а алгоритмические

модели часто называют цифровыми. Следует отметить, что применение компьютеров делает алгоритми-ческие модели наиболее универсальными: например, с их помощью могут быть воспроизведены и модели-аналоги, и структурные математические модели.

Логическая функция – это функция, зависящая от некоторого количества элементов x_i, где каждый из них является двоичной переменной, связанные операторами нулевой алгебры, а сама функция принимает двоичное значение. Комбинации значений двоичных переменных называют двоичными наборами. В зависимости от набора логическая функция принимает 0 или 1. При n переменных число двоичных наборов равно $d = 2^n$, а число логических функций равно 2^d. Любую логическую функцию можно представить суперпозицией ограниченного количества тарных логических функций, образующих функционально полную систему. Логические функции обеспечивают работу алгоритмических моделей.

Наиболее распространенными являются следующие элементарные логические функции.

Дизъюнкция (логическое сложение, ИЛИ):

$y = x_1 + x_2 + \ldots + x_n$, y =1, если хотя бы одна из переменных равна 1 (ИЛИ x_1 ИЛИ x_2 ... ИЛИ x_n, ИЛИ нескольких переменных);

y=0, если все переменные равны 0. (2.48)

Знак + означает операцию логического сложения.

Инверсия (отрицание, НЕ):

y = 1 , если x = 0;(y есть не x, инверсия)

y = 0, если x = 1. (2.49)

Конъюнкция (логическое умножение, И)

$y = x_1 * x_2 * \ldots * x_n = 1$, если все из переменных равны 1(И x_1 И x_2 … И x_n, И нескольких переменных);

y=0, если хотя бы одна переменная равна 0. (2.50)

Возможно сочетание элементарных логических функций: И-НЕ; ИЛИ-НЕ, являющиеся отрицанием элементарных логических функций И и ИЛИ. Для записи любой логической функции достаточно двух элементарных функций – инверсии и дизъюнкции или инверсии и конъюнкции, т.е. каждая из этих пар образует полную систему.

Логическая функция может быть задана в виде *таблицы истинности*. С ее помощью можно записать аналитическое выражение, описывающее данную логическую функцию. Такую запись выполняют в виде одной из двух тождественных форм: в *совершенной дизъюнктивной нормальной* форме или *совершенно конъюнктивно нормальной* форме.

В *совершенной дизъюнктивной нормальной* форме каждому набору переменных, при котором функция равна 1, соответствует конъюнкция (логическое умножение) всех переменных, причем все переменные, имеющие в этом наборе значение 0, входят в конъюнкции с отрицанием, а имеющие значение 1- без отрицания. Дизъюнкция указанных конъюнкций является аналитическим выражением, описывающим данную логическую функцию.

Для логической функции, представленной в таблице 2.2., ее выражение в совершенной дизъюнктивной нормальной форме имеет вид:

$$y(x_1,x_2,x_3) = \bar{x}_1 * x_2 * x_3 + x_1 * \bar{x}_2 * x_3 + x_1 * x_2 * \bar{x}_3 + x_1 * x_2 * x_3 . \quad (2.51)$$

Та же самая функция в совершенно конъюнктивной нормальной форме записывается как конъюнкция (логических сложений), соответствующих всем наборам, при которых логическая функция равна 0. При этом переменные, имеющие в данном наборе значение 1, входят в дизъюнкции с отрицанием, а имеющие значения 0 - без отрицания:

$$y(x_1,x_2,x_3) = (x_1 + x_2 + x_3) * (x_1 + x_2 + \bar{x}_3) * (x_1 + \bar{x}_2 + x_3) * (\bar{x}_1 + x_2 + x_3) . \quad (2.52)$$

Таблица 2.2. Пример таблицы истинности логической функции y для трех переменных x.

Входные переменные			Функция
x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1

Набор логических функций может описать ветвления сколь угодно сложного процесса. Применение логических функций будет показано в разделах, посвященных конкретным пакетам прикладных программ моделирования Matlab и AnyLogic.

2.8. Системы уравнений для описания моделей черного ящика

Помимо вышерассмотренных приемов математического представления моделей (функциональные и регрессионные зависимости) большое распространение имеют системы линейных и разностных уравнений.

Общей системой из m уравнений с n неизвестными называется *система алгебраических уравнений*

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_{12} + \ldots + a_{1n}x_n &= b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_{12} + \ldots + a_{2n}x_n &= b_2, \qquad (2.53) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_{12} + \ldots + a_{mn}x_n &= b_m, \end{aligned}$$

где a_{ij}, b_j- постоянные коэффициенты.

Систему называют *однородной*, если $b_1 = b_2 = \ldots = b_m = 0$. В противном случае систему называют *неоднородной*.

Система называется *совместной*, если существует хотя бы одно решение

$x_1 = \alpha_1 \ldots x_n = \alpha_n$,

обращающее все уравнения системы в тождества, и *несовместной*, если ни одного такого решения не существует.

Совместная система уравнений называется *определенной*, если она имеет единственное решение, и *неопределенной*, если решений - бесконечное множество. Система уравнений может быть представлена в виде матрицы

$$\mathbf{A * X' = B,} \qquad (2.54)$$

где

$$\mathbf{A} = [\, a_{11}, a_{12}, \ldots, a_{1n}, a_{21}, a_{22}, \ldots, a_{2n}, \ldots\ldots\ldots a_{m1}, a_{m2}, \ldots, a_{mn}]; \qquad (2.55)$$

$$\mathbf{X} = [\, x_{11}, x_{12}, \ldots, x_{1n}, x_{21}, x_{22}, \ldots, x_{2n}, \ldots\ldots\ldots x_{m1}, x_{m2}, \ldots, x_{mn}]; \qquad (2.56)$$

$$\mathbf{B} = [\, a_{1n}, a_{2n}, \ldots, a_{m}]. \qquad (2.57)$$

Для нахождения коэффициентов системы линейных уравнений (2.54) – необходимо решить матричное уравнение

$$\mathbf{A = B\backslash X'.} \qquad (2.58)$$

С помощью системы линейных уравнений можно описать некоторые производственные и экономические ситуации, например системы, описываемые в рамках методов линейного программирования- транспортные задачи, составление рационов питания, планирования работ, составления оптимального набора технических средств и т.п., которые будут рассмотрены ниже.

Разностные уравнения. Разностным уравнением называется уравнение, которое связывает между собой значения x_n при различных значениях индекса n. Если N_1 и N_2 представляют собой наибольший и наименьший из индексов n, встречающихся в записи уравнения, то порядок разностного уравнения есть

$$P = N_1 - N_2,$$

например, $(2x_{n+3})^2 + x_n = 5$ – уравнение третьего порядка.

Предположим, что имеется популяция живых организмов, растущая таким образом, что с увеличением ее численности скорость ее роста также увеличивается. Чтобы выразить это допущение в математической форме, обозначим через a_n размер популяции в конце n-го периода времени. Тогда величина $x_{n+1} - x_n$ выражает прирост за следующий период времени, т.е. скорость, темп, в единицу времени в (n+1)-ом интервале времени. Эта величина пропорциональна x_n. Если величину пропорциональности обозначить через a, то получим

$$x_{n+1} - x_n = a * x_n$$

или

$$x_{n+1} = (1+a) * x_n . \qquad (2.59)$$

Чтобы решить это уравнение, мы должны знать начальный размер популяции x_0. Тогда можно последовательно вычислить численность в разные моменты времени

$$\begin{aligned} x_1 &= (1 + a) * x_0, \\ x_2 &= (1 + a) * x_1 = (1 + a)^2 * x_0, \\ x_3 &= (1 + a) * x_2 = (1 + a)^3 * x_0 . \end{aligned} \qquad (2.60)$$

Если постоянная a > 0, то с ростом n численность популяции неограниченно растет, если a < 0, то падает. При a = 0 численность остается на постоянном уровне. При значении a <-1 численность становится отрицательной.

Общий вид линейного разностного уравнения второго порядка

$a(n) * x_{n+2} + b(n) * x_{n+1} + c(n) * x_n = d(n)$, (2.61)

где a(n), b(n), c(n), d(n) - заданные по эксперименту или наблюдению функции.

Если d(n) = 0, то уравнение называют однородным. Если a(n), b(n), c(n), d(n) постоянны для всех n, то уравнение (2.61) называют разностным уравнением с постоянными коэффициентами.

Если на процесс влияют какие-либо внешние факторы, например, конкуренция, противодействия, недостаток ресурсов и.д., то описать данную систему можно с помощью системы разностных уравнений первого порядка, имеющую вид

$$x_{n+1} = a_{11} * x_n + a_{12} * y_n + f(n), \qquad (2.62)$$

$$y_{n+1} = a_{21} * x_n + a_{22} * y_n + g(n),$$

где a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22} – постоянные коэффициенты; f(n), g(n) – заданные функции; x_n, y_n - искомые функции.

Систему (2.62) можно представить как модель взаимодействия двух агентов (видов, фирм, противников), конкурирующих за одни и те же ресурсы. Когда оба агента конкурируют за одни и те же ресурсы, это моделируется с помощью отрицательных коэффициентов $a_{11}a_{21}$. Если, например, коэффициент a_{11} отрицателен, то агент вида 1 будет убывать с ростом агента вида 2.

Для описания более сложных моделей, более сложных взаимодействий агентов друг с другом и внешней средой, применяют дифференциальные уравнения. Предположения, приводящие к этим уравнениям, состоят в том, что скорость роста агента на единицу численности агента x(t) равна постоянной величине a

$$[1/x(t)] * dx(t)/dt = a. \qquad (2.63)$$

Или в виде дифференциального уравнения первого порядка

$$dx(t)/d(t) = a * x(t). \qquad (2.64)$$

Скорость роста может быть непостоянной величиной. Тогда мы приходим к нелинейному дифференциальному уравнению первого порядка

$$dx(t)/d(t) = g(x, t). \qquad (2.65)$$

где g(x, t)- заданная функция.

Интерпретация этого уравнения может быть следующей - скорость роста агента является некоторой функцией времени и его численности.

Линейные дифференциальные уравнения второго порядка описывают колебательные процессы, происходящие в системах

$$a(t) * x''(t) + b(t) * x'(t) + c(t) * x(t) = f(t), \qquad (2.66)$$

где a(t), b(t), c(t), f(t) - заданные функции, причем a(t) не обращается в нуль ни при каких значениях t.

Колебательные процессы характерны для многих процессов в биологии, экономики, техники, обусловленные суточными, месячными или годовыми циклами.

Системы дифференциальных уравнений первого порядка

$$\begin{aligned} dy'_1/dt &= a_{m1}y_1(t) + a_{m2}y_2(t) + \ldots + a_{1n}y_n(t), \\ dy'_2/dt &= a_{m1}y_1(t) + a_{m2}y_2(t) + \ldots + a_{1n}y_n(t), \qquad (2.67) \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ dy'_n/dt &= a_{m1}y_1(t) + a_{m2}y_2(t) + \ldots + a_{1n}y_n(t), \end{aligned}$$

где a_{ij} - постоянные коэффициенты.

Решить систему (2.67) значит найти функции $y_1(t)$, $y_2(t)$, …, $y_n(t)$, которые удовлетворяют всем ее уравнениям.

2.9. Аппроксимация данных регрессионными зависимостями

Стохастическая зависимость, при которой с изменением одной величины изменяется среднее значение другой, называется *корреляционной* и выражается *функцией регрессии*, устанавливающей связь между случайной переменной x и условной средней выхода объекта или модели $m_y = f(x)$. Регрессионная зависимость в отличие от функциональной имеет корреляционное отношение меньше 1. Для отсутствия регрессионной зависимости Y от X необходимо и достаточно, что бы корреляционное отношение $C_{x/y} = 0$. Функции регрессии создают кривые или поверхности с минимальным отклонением от экспериментальных данных.

В зависимости от числа переменных x функция регрессии может быть *простой* (связь между двумя переменными) и *множественной* $f(x_1, x_2, \ldots, x_k)$, *линейной и нелинейной*.

Построение функции регрессии начинается с выяснения основных контролируемых независимых переменных – факторов $x_1, x_2, \ldots, x_k$, определяющих внешние воздействия на объект. Совокупность этих факторов $x = (x_1, x_2, \ldots, x_k)$ образует факторное пространство размерностью k. Задачей регрессионного анализа является установление связей между зависимой случайной величиной (откликом) y и переменными *x*.

В общем виде такую связь можно описать с помощью линейной комбинации некоторых линейно независимых базисных функций от факторов $\{X_j(x)_{j=0,1,2,\ldots,m}\} = \{1, X_j(x)_{j-1,\ldots,m}\}$ с неизвестными коэффициентами $\{\alpha_j\}$- уравнением множественной регрессии:

$$Y(x, \alpha) = \sum \alpha_j X_j(x) = \alpha_0 + \sum_{j=0}^{m} \alpha_j X_j(x). \quad (2.68) \qquad \sum_{j=1}^{m}$$

При этом заданные базисные функции

$X_j(x) \equiv X_j(x_1, x_2, \ldots, x_k)$, $(j=1, \ldots, m)$

могут рассматриваться как новые контролируемые (детерминированные) переменные. Эти функции образуют полный набор новых переменных, из которых формируется уравнение (модель) регрессии. Этот набор может включать в себя любые функции, такие как полиномы, парные произведения, логарифмы, обратную и степенную функцию, тригонометрические и т.п. В практической деятельности используют следующие обозначения линейной множественной (многофакторной) регрессии:

- линейная множественная регрессия

$$Y(x, \alpha) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{m} \alpha_j * X_j(x) \qquad (2.69)$$

или в матричной форме

$$\mathbf{Y(\alpha) = X*\alpha;} \qquad (2.70)$$

- отклик y –зависимая случайная переменная (y_i – наблюдаемые значения),

i- Порядковый номер индивидуального наблюдения:

$(y_{es}, x_{1i}, x_{2i}, \ldots, x_{ki})$, $i = 1, \ldots N$,

N- число наблюдений, повторность опыта;

- контролируемые, детерминированные) переменные, факторы $x_1, x_2, \ldots, x_k$.

- параметры $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_m$;

- базисные функции

$X_j(x) \equiv X_j(x_1, x_2, \ldots, x_k)$, $(j = 1, \ldots, m)$.

Рассмотрим некоторые, наиболее часто встречающиеся, частные примеры линейной регрессии.

Линейные модели первого порядка:

1) Если $m = 1$, $k = 1$, $X_1(x) = x$, то получаем линейную модель первого порядка с одним фактором (одна входная переменная x в первой степени):

$$\mathbf{Y(\alpha)} = \alpha_0 + \alpha_1 * x; \qquad (2.71)$$

Пример регрессионной линейной модели первого порядка приведен на рис.2.9.

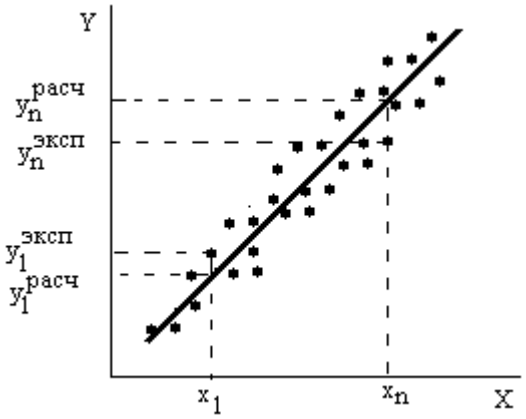


Рис.2.9. Регрессионная линейная модель первого порядка: α_0 – постоянный коэффициент; α_1- коэффициент при переменной x; x_1 , x_n – входные экспериментальные переменные;

$y_1^{эксп}$, $y_n^{эксп}$ - выходные экспериментальные данные; $y_1^{расч}$,$y_n^{расч}$ - выходные данные полученные по уравнению регрессии.

2) Если $m = k$, $X_j(x) = x_j$, то получаем линейную модель первого порядка с k входными переменными:

$$\mathbf{Y(x, \alpha)} = \alpha_0 + \alpha_1 * x_1 + \ldots + \alpha_k * x_k; \qquad (2.72)$$

Линейные модели второго порядка:

1) Если $m = 2$, $k = 1$, $X_1(x) = x$, $X_2(x) = x^2$, $\alpha_2 \equiv \alpha_{11}$, то имеем линейную модель второго порядка с одной входной переменной x:

$$\mathbf{Y(x, \alpha)} = \alpha_0 + \alpha_1 * x_1 + \ldots + \alpha_{11} * x^2; \qquad (2.73)$$

2) Если $m = 5$, $k = 2$, $X_1(x) = x$, $X_2(x) = x_2$, $X_3(x) = x_1^2$, $X_4(x) = x_2^2$, $X_5(x) = x_1 * x_2$, $\alpha_1 \equiv \alpha_{11}$, $\alpha_4 \equiv \alpha_{22}$, $\alpha_5 \equiv \alpha_{12}$, то получается линейная модель второго порядка с двумя входными переменными x_1 и x_2:

$$\mathbf{Y(x, \alpha)} = \alpha_0 + \alpha_1 * x_1 + \alpha_2 * x_2 + \alpha_{11} * x_1^2 \ldots + \alpha_{22} * x_2^2 + \alpha_{12} * x_1 * x_2. \qquad (2.74)$$

Регрессионные модели с большим количеством входных переменных и более высокого порядка имеют аналогичный вид. Регрессионные модели получают путем решения системы линейных уравнений на компьютере. При представлении линейной модели множественной регрессии в матричной форме необходимо составить:

1) Матрицу **X** базисных функций $\{X_j(x)\}$ размером $(N \times m + 1)$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & X11 & X21 & \dots & Xm1 \\ 1 & X12 & X22 & \dots & Xm2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X1N & X2N & \dots & XmN \end{bmatrix} = [Xij], \quad (2.75)$$

где j = 0, 1, …, m, i = 1, …, N, при этом

$X_{ji} = X_j(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}) \equiv X_j(x_i)$, j =1, …m

соответствует i - ому наблюдению (y_i, x_{1i}, x_{2i}, …, x_{ki}), i = 1, …, N (N- полное число наблюдений, включая повторности);

2) Вектор **α** параметров α_j (j = 0, 1, …, m) размерностью (m + 1) × 1

$$\alpha = \begin{bmatrix} \alpha 0 \\ \alpha 1 \\ \dots \\ \alpha m \end{bmatrix}; \quad (2.7\ 6)$$

3) Вектор Y наблюдений $\{y_i\}$ i = 1, …, N размерностью (N×1)

$$Y = \begin{bmatrix} y1 \\ y2 \\ \dots \\ yN \end{bmatrix}, \quad (2.77)$$

причем данные индивидуальных наблюдений включают N результатов (y_i, x_{1i}, x_{2i},

…, x_{ki}) ≡ (y_i, x_i), (i = 1, …, N), часть из них- повторные, у которых должны совпадать все входные переменные (x_1, x_2, …, x_k).

Для расчета уравнений регрессии необходимо иметь также матрицу дисперсий вектора Y и осуществить центрирование данных. Обычно эти операции заложены в программу расчета регрессии. Решение уравнения регрессии – это решение матричного уравнения типа

Y = α * X ; (2.78)

относительно **α**

α = Y \ X , (2.79)

где " \ " - символ деления матриц.

Регрессионные модели не привязаны к физической сущности функционирования объекта исследования, а поэтому размерности могут учитываться только со стороны входа и выхода.

3.1. Принципы выбора структуры модели

Первейшим из принципов выбора структуры модели является принцип простоты: из различных вариантов структуры модели сначала следует попробовать *простейший*. Например, если исследуется сложная динамическая (инерционная) система, то сначала нужно проверить, нельзя ли ограничиться статической моделью, не учитывающей динамику.

При уточнении структуры статической модели руководствуются тем же принципом простоты. Например, если зависимость выхода от входа монотонна, то сначала пробуют *линейную*. Если зависимость выхода от входа носит экстремальный характер, то берут *квадратичную* функцию, а если есть основания думать, что зависимость выхода от входа имеет *перегиб*, то начинают с *кубической* функции.

Если построение модели выполняется с целью *оптимизации*, то вдали от экстремума можно ограничиться *линейной моделью*, а при приближении к *экстремуму* переходить на квадратичную. В любом случае предпочтительнее модели, в которые постоянные коэффициенты входят линейно.

Если точность моделей с постоянными коэффициентами недостаточна, то в модель вводят зависимость коэффициентов от времени (дрейф). Дрейф может быть монотонным или периодическим, причем в большинстве случаев достаточно ограничиться простейшими моделями дрейфа - линейными или гармоническими.

Если возникает дилемма: выбрать модель детерминированную или стохастическую, то предпочтение следует отдать *детерминированной.* И только если не удается обойтись без случайности, то вводят ее, причем сначала в наиболее простой форме.

В соответствии с принципом простоты при выборе модели следует начинать с наименьших значений порядка, учитывая, что многие классы динамических процессов описываются моделями первого-второго порядков.

Чем больше модель (размер ее определяется числом описываемых подсистем), тем пристрастнее к ней следует относиться. Модель, которая была бы просто большой и сложной, построить легче. Однако при весьма высокой стоимости ценность ее может оказаться сомнительной как для ученых (если не возникает новых углов зрения на проблему), так и для практиков (если не удается получить точные прогнозы, используемые для принятия решений).

Перечисленные правила следует принимать не как законы, а как рекомендации. В мире моделей царствует плюрализм, и для достижения успеха нужно испытать несколько вариантов моделей. При этом самая полная модель не обязательно самая точная, а самая точная не обязательно самая хорошая.

3.2. Процедура построения математической модели и ее исследования

Процедуру построения модели можно представить состоящей из ряда этапов, хотя в конкретных случаях некоторые этапы могут опускаться, а ряд работ по построению модели вестись параллельно.

Этап 1. Разработка *концептуальной модели*, являющейся содержательной основой для построения математической модели объекта.

Под *концептуальной моделью объекта* понимается совокупность качественных зависимостей критериев оптимальности и различного рода ограничений от факторов, существенных для отражения функционирования объекта. Концептуальная модель отражает следующие основные моменты:

- условия функционирования объекта, определяемые характером взаимодействий

между объектом и его окружением, между элементами объекта;

- цели исследования объекта и направления улучшения его функционирования;
- возможности управления объектом, определяющие состав управляемых переменных объекта.

Этап 2. Построение *математической модели*. Формируется на основе концептуальной модели. Главная проблема этого этапа - определение количественных, математических соотношений, формализующих качественные зависимости концептуальной модели.

Этап 3. Трансляция модели – это ее запись на языке программирования, как правило, на одном из языков высокого уровня, в наибольшей степени приспособленном для программирования моделирующих алгоритмов: Pascal, Java, FORTRAN и др.

Этап 4. Численное представление математической модели. Для реализации математической модели на компьютере она должна быть представлена численно, т.е. заданы числовые значения констант, диапазоны изменения неопределенных факторов и управляемых переменных, законы распределения случайных величин.

При этом зачастую возникают проблемы эффективного представления чисел, например сжатия табличной информации методами интерполяции, аппроксимации и экстраполяции, обработки статистических данных для получения формы и характеристик законов распределения случайных величин.

Этап 5. Оценка адекватности модели по отношению к концептуальной модели.

Этап 6. Оценка точности полученного на модели результата.

Этап 7. Исследование математической модели. Начинается с ее анализа и выбора соответствующего метода ее решения. Важным этапом исследования модели является э*кспериментирование* - собственно процесс исследования модели по заданному плану. Ввод данных осуществляется или по определенному сценарию, осуществляемому планом эксперимента, или вручную после каждого частного эксперимента.

Этап 8. Интерпретация осуществляется после получения очередного прогона или полного окончания эксперимента. На этом этапе возвращаются к оценке адекватности модели и, в случае ее удовлетворительного решения, делают общие выводы по всему эксперименту. Интерпретация производится на языке, понятном специалисту, заказчику, в терминах, учитывающих специфику исследуемой проблемы.

Этап 9. Реализация предполагает практическое использование модели и (или) результатов моделирования для будущего исследования, управления объектом или его проектирования.

Документирование осуществляется в процессе всей разработки модели и ее использования. Для конечного пользователя необходимо предусмотреть удобные шаблоны для ввода и вывода информации в виде таблиц, графиков и рекомендаций по тем или иным ситуациям протекания процесса моделирования и интерпретации результатов моделирования. Для накопления данных и результатов моделирования следует предусмотреть архив по каждому эксперименту и его вариантам.

3.3. Обследование объекта, построение сценария его функционирования и концептуальной модели

При формулировке концептуальной модели объекта следует:

- составить упрощенный и в то же время адекватно поставленной цели описания исследуемой ситуации - сценария функционирования объекта;
- сформулировать и уточнить цели, стоящие перед объектом при его функционировании;
- формализовать цели в критерии оптимальности;
- формализовать внешние и внутренние ограничения;
- выбрать факторы, описывающие объект и его окружение, которые учтены в исследовании и соответственно включены в математическую модель;
- классифицировать факторы и выделить из них в первую очередь управляемые переменные.

Заключительным шагом построения концептуальной модели является оценка ее адекватности исследуемой ситуации.

Обычно исследование объекта начинается с описания проблемной ситуации в весьма нечетких формулировках. Он описывается некоторыми характеристиками, ситуациями, поведением в виде перечня "симптомов", на основании которых исследователь должен поставить "диагноз" - определить задачу исследования.

Цель исследования определяет цель построения модели. Модели могут строиться для следующих целей:

1. *Выявление функциональных соотношений* — определение количественных зависимостей между входными факторами модели, выходными характеристиками исследуемого объекта. Подобного рода модели по своему характеру являются описательными. Задача выявления функциональных соотношений присутствует при построении математических моделей любых типов.

2. *Анализ чувствительности* - установление из большого числа факторов тех, которые в большей степени влияют на интересующие исследователя выходные характеристики. При анализе чувствительности должна обязательно предусматриваться возможность варьирования интересующих исследователя факторов:

- характеристиками внешней среды;
- начальных условий;
- переменных управления.

3. *Прогноз* — оценка поведения объекта при некотором предполагаемом сочетании внешних условий. Обычно задачи прогноза являются динамическими относительно входов, и в качестве независимой (неуправляемой) переменной в них выступает время. Модели прогноза являются описательными.

4. *Оценка* - определение, насколько хорошо исследуемый объект будет соответствовать некоторым критериям. Модели оценки включают расчеты интересующих исследователя интегральных характеристик - критериев, формализующих цели исследования.

4. Оптимизация - точное определение такого сочетания переменных управления, при котором обеспечивается экстремальное (максимальное или минимальное, в зависимости от смысла критерия оптимальности) значение целевой функции. Для этого используют специальный блок оптимизации, позволяющий целенаправленно

выбирать каждый из множества альтернативных вариантов.

Любое исследование должно начинаться с *плана*, показывающего как оно будет проводиться, какие методы и в какой последовательности будут выполняться работы. При этом обязательно выполнение двух этапов: выявления фактического положения и анализа.

Первый этап- выявление *фактического положения* тесно связан со сбором информации по определению природы и целевого назначения объекта.

Второй этап- *анализ* - связан с осмыслением совокупности факторов с целью выявления структуры объекта и взаимодействия его элементов в процессе функционирования. Именно в результате анализа строится сценарий функционирования объекта и определяется концепция будущей математической модели.

Исходная информация, вручаемая исследователю при получении задания, как правило, недостаточна для точной формулировки задачи и построения модели.

Источниками дополнительного получения информации являются:

- документы, в том числе управленческая, научная и техническая документация, должностные инструкции и положения, приказы и т.д.;
- управленческо - административный персонал, путем бесед и анкетирования с которым устанавливаются и уточняются необходимые функции и организационные связи в системе;
- производственный персонал в цехах и подразделениях;
- непосредственные измерения и наблюдения за процессом функционирования и фиксация количественных характеристик при проведении натурного эксперимента на реально существующей аппаратуре и оборудовании.

В случае вновь проектируемых объектов для представления процесса их функционирования используют накопленный опыт и результаты наблюдения над процессами функционирования аналогичных систем с учетом особенностей объекта.

Результаты обследования объекта и окружения оформляются в виде описания процесса функционирования объекта - *сценария*. Содержательное описание в словесном выражении даёт картину функционирования объекта в целом и его отдельных частей во времени при различных воздействиях окружения, содержит исходную информацию для дальнейшей математической формализации задачи.

Рекомендуемые этапы построения сценария процесса функционирования объекта приведены ниже.

Этап 1.

При анализе собранной информации и построения сценария функционирования объекта в первую очередь строят его концептуальную модель. Для этого прежде всего, выявляют границы между объектом и внешней средой и между внешней средой и окружением. Для исследуемой системы (процесса) окружение есть множество всех объектов вне системы, изменение характеристик которых влияет на систему или (и) характеристики которых изменяются вследствие поведения системы. Таким образом, окружение есть учитываемая при исследовании часть внешней среды. Объект взаимодействует с окружением посредством входов и выходов.

Как показано на рис 3.1, основными типами входов являются:

X1 – информационный вход, управляющий работой объекта или подлежащий

переработке объектом;

x_2 - энергетический вход, обеспечивающий развитие объекта или его подержание на заданном уровне производительности;

x_3 - материальный вход, представляющий собой поток материальных средств, подлежащих переработке объектом либо потребляемых в процессе его функционирования;

x_4 - вход, обеспечивающий объект кадрами.

Возможны другие входы, определяемые объектом. Указанные входы представляют собой организованные входы, их наличие обеспечивается целеустремленной деятельностью людей. Помимо организованных входов есть неорганизованные, как правило, затрудняющие деятельность системы входы - возмущения $x_в$, поступающие из окружения (срывы сроков поставки материалов, несоответствие марки материала и т.п.), которые также могут быть классифицированы по этим четырем типам.

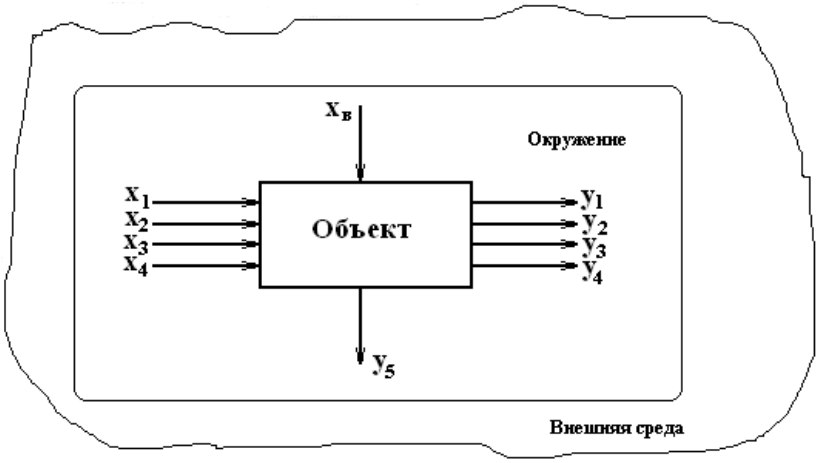


Рис 3.1. Концептуальная модель объекта исследования.

Таким образом, вход исследуемого объекта представляет собой вектор:

$$\mathbf{x} = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_в]. \quad (3.1)$$

Каждый вход может иметь несколько составляющих, так что

$x_i = (x_{ij})$, $i = 1,n$, $j = 1, m$, $x_{ij} = (x_{ijg})$, $g = 1, k.$;

где i — тип входа; j — номенклатура входа; g — источник входа.

Результат деятельности системы - вектор выхода y может быть охарактеризуем аналогичными составляющими:

$$\mathbf{y} = [y_1, y_2, y_3, y_4, y_в]; \quad (3.2)$$

где:

y_1 - информационный выход, характеризующий результат информационной деятельности системы;

y_2 - энергетический выход, характеризующий передачу энергии от системы в окружающую среду;

y_3 - материальный выход, характеризующий материальный результат действия

системы, а также отходы сырья и материалов;

y_4 - кадровый выход, характеризующий движение кадров;

$y_в$- возмущение, характеризующее побочные действия объекта на окружение (в свою очередь также может быть подразделен на информационный, энергетический, материальный и кадровый).

Как и для входов, составляющие вектора выхода могут быть представлены в виде:

$y_i = (x_{ij})$; $i = 1; h$, $j = 1,r$; $x_{ij} = (x_{ijg})$; $g = 1, s$; (3.3)

где i — тип входа; j — номенклатура входа; g — источник входа.

Определение необходимого состава факторов, включаемых в исследование, подразумевает перечисление всех факторов, влияющих как положительно, так и отрицательно на результаты работы объекта.

Этап 2.

Одновременно с анализом входных и выходных факторов изучается внутренняя структура объекта, принимаются решения о включении тех или иных элементов изучаемого объекта в состав его будущей модели. При этом физически границы объекта вовсе не обязаны совпадать с границами модели объекта.

Этап 3.

На этом этапе проводится детализация выявленных в структуре модели связей. На основе решений о включении тех или иных элементов в состав модели объекта уточняются и конкретизируются назначение каждого элемента, функции, которые он выполняет в процессе работы всей системы, его входы и выходы - промежуточные параметры, переменные состояния объекта. При этом целесообразно повторить процесс построения концептуальных моделей для каждого из элементов модели внутренней структуры. Тем самым в модели внутренней структуры происходит как бы замещение элемента системы функциями, которые этот элемент выполняет, замещение связей между элементами связями между функциями, конкретизированными в виде переменных состояния. Затем требуется согласовать входы и выходы элементарных моделей между собой и с входами и выходами модели объекта в целом. Таким образом, этап 3 является повторением этапа 1 для каждого из элементов модели внутренней структуры с обязательным согласованием всего полученного множества входов и выходов.

Этап 4.

Изучение места и роли каждого элемента модели внутренней структуры в процессе функционирования объекта позволяет определить перечень элементарных процессов, происходящих в исследуемом объекте, перечни функций как объекта в целом, так и каждого отдельного элемента.

При выполнении этого этапа пытаются ответить на следующие вопросы:

- для чего предназначен данный элемент, какие функции (элементарные процессы) он выполняет, какого рода потоки (информационные, материальные, и т.п.) он перерабатывает или преобразует?

- для какой функции элементов устанавливается, автономно или совместно с другими элементами реализуется данная функция, а если совместно, то каков порядок взаимодействия элементов?

- взаимосвязаны ли функции элементов между собой по получению того или

иного выхода концептуальной модели?

- все ли выходы канонической модели обеспечиваются наборами взаимосвязанных функций?

- совпадают ли функции объекта, вытекающие из ранее построенной концептуальной модели, с функциями, вытекающими из модели внутренней структуры?

В процессе ответов на эти вопросы проводится уточнение и увязка функций элементов объекта.

Этап 5.

Элементарные процессы в единую модель функционирования могут быть увязаны с помощью различных приемов и вызывать необходимость построения системы вспомогательных моделей различного вида (функциональных, информационных, процедурных) и способа представления выходной информации (блок-схемы, диаграммы, временные графики, графы и т.д.). Описание объекта строится последовательно: сначала статическое, а затем, если это необходимо, динамическое представление его функционирования. При этом для компактного и наглядного представления информации чаще всего используются технологические карты и диаграммы.

3.4. Численное представление модели

Для подготовки модели к реализации на компьютере необходимо дать ее численное представление, т.е. подставить значения всех числовых констант (детерминированных факторов) модели, различных эмпирических и статистических коэффициентов.

Задание числовых констант при реализации модели на компьютере никаких принципиальных трудностей не представляет. Наибольшие осложнения встречаются при компактном представлении обширной статистической информации или информации, получаемой в результате специально поставленных экспериментов при решении задачи идентификации.

В связи с этим зависимости, заданные графически или таблично, представляют в аналитической форме, т.е. в виде алгебраических уравнений. Например, вместо таблиц частот для значений случайных величин используются аналитические выражения функции плотности законов распределения. Многие таблицы и графики заменяются интерполяционными полиномами. Такие замены, не влияя существенно на точность математического описания, позволяют сделать математическую модель достаточно удобной для дальнейшего исследования. Основными методами преобразования табличных значений к аналитическому виду являются интерполяция, аппроксимация и экстраполяция.

3.5. Проверка и оценивание моделей

Проверка модели. Это непрерывный процесс, который должен сопутствовать всем стадиям моделирования с момента разработки и до окончания эксплуатации модели. Проверка моделей — объективный процесс, результаты которого могут быть

как положительными, так и отрицательными. Проверяются формулы, алгоритмы, структура и т.д.

Оценивание модели касается таких аспектов, как *соответствие* (поставленным целям), *правдоподобие, адекватность* (объекту), *элегантность, экономичность, простота, полезность*.

Редкая модель способна объединить в себе все эти качества, к тому же разные специалисты обычно приписывают одному и тому же качеству разную значимость. Окончательная оценка модели может быть получена лишь после того, как выполнена проверка и есть уверенность в методологической корректности принятой формализации.

Проверку и оценивание следует выполнять на каждом из этапов моделирования, причем переход к следующему шагу допустим только в том случае, если результаты контроля можно считать удовлетворительными. Этапы часто перекрываются и бывают взаимозависимы. Разработчику иногда приходится возвращаться к первоосновам и пересматривать то, что прежде казалось ему очевидным.

Проверка структуры модели. Математическая модель способна лишь формализовать представления разработчика о существе сельскохозяйственных (биологических), экономических, технических или иных процессов. Поэтому она всегда является упрощением действительности. И всегда можно рассматривать модель или как «слишком сложную», или как «слишком простую».

Степень упрощения, которая часто бывает навязана подходом (эмпирическим либо функциональным), должна соответствовать поставленной цели. При всем этом следует позаботиться, чтобы положенные в основу модели предположения были функционально (биологически, технологически, физически и т.д.) оправданы. Объективных методов оценки правдоподобия допущений не существует - все основано на догадке. В идеальном случае такая догадка опирается на глубокое знание предмета, однако чаще всего — на личный опыт и профессиональное мастерство и научную позицию конкретного исследователя.

Структуру модели проверить нельзя, ее можно только оценить (исключение составляет проверка на логическую непротиворечивость).

Главный принцип, которому надо следовать: ошибки неизбежны, поэтому в компьютерных программах моделирования необходимо предусматривать процедуры их обнаружения и исправления.

В любом руководстве по программированию можно встретить рекомендацию: составлять четкие самодокументирующие модульные программы. Успех чаще всего сопутствует тому, чьи программы всегда понятны любому коллеге и могут быть без труда им использованы. Уместны также и другие правила: точно определять используемые в программе символы, достаточно часто давать необходимые пояснения и т. д.

Там, где это возможно, в программу целесообразно включать проверку логической непротиворечивости модели. Такой контроль способствует выявлению ошибок в программе и в математическом представлении модели. Во время первых прогонов программы имеет смысл выводить на печать все промежуточные результаты вычислений. Если при этом параллельно производить расчеты на калькуляторе (пользуясь исходными зависимостями, а не их программной версией), то путем

сопоставления также можно выявить ряд ошибок.

Полезно, кроме того, принять меры, исключающие возможность возникновения ошибок интегрирования, связанных с некорректным выбором численного метода либо с назначением слишком большого шага интегрирования. Следует стремиться к тому, чтобы результаты прогонов программы были в разумных пределах устойчивы к вариациям, как методов, так и шагов интегрирования.

Очень важно сохранить точность при математическом представлении технических, экономических, сельскохозяйственных или биологических концепций. Это требует, с одной стороны, математической эрудиции, с другой — четкого понимания формализуемых идей. Чтобы избежать ошибки или, в крайнем случае, быстро ее обнаружить, следует руководствоваться некоторыми простыми правилами, реализуемыми на разных шагах.

Первый шаг — выбор символов. Важность его вытекает из того простого соображения, что формулы несравненно легче читать, понимать и контролировать.

Второй шаг — контроль размерности. Каждый член уравнения должен иметь те же единицы измерения, что и все прочие. Единая система единиц SI – наилучшая база для согласования размерностей всех элементов модели (даже если некоторые единицы измерения не являются традиционными). Такое согласование исключает необходимость в различных коэффициентах пересчета (граммов в килограммы, кубических метров в литры и др.), манипуляции с которыми легко приводят к ошибкам.

Третий шаг — проверка математической корректности и полноты. Число используемых зависимостей должно быть достаточным для описания проблемы, но не избыточным.

Четвертый шаг — проверка осмысленности и полноты на уровне системы в целом.

Если модель тщательно проверена и все математические, вычислительные и методические ошибки устранены, то получаемые прогнозы адекватно отражают всю совокупность допущений, положенных в ее основу. Теперь модель может быть использована в целях, для достижения которых она предназначена.

Обычно в первую очередь проверяют функционирование модели на «качественном» уровне. Если оно оказывается удовлетворительным и если доступны необходимые исходные данные, то можно переходить к процедуре подгонки - процессу оценивания параметров путем согласования их с массивом опытных данных (калибровка модели).

3.6. Анализ чувствительности, ранжировка параметров и упрощение модели

Рассмотрим модель с единственным выходным параметром P, который согласован с данными эксперимента путем минимизации суммы квадратов невязок R с ν степенями свободы. Под невязкой понимается разность между действительной величиной и рассчитанной по модели. Дисперсия D(P) при этом определяется как

$$D(P)= R/ (\nu * d^2 R / d P^2) \quad (3.4.)$$

Для сравнения влияния различных параметров на результаты моделирования необходима безразмерная величина, то есть величина, не зависящая от абсолютного

значения параметра.

Этим требованиям отвечает коэффициент вариации:

$$CV(P)= \left| D(P) \right|^{1/2} / P. \qquad (3.5)$$

Если модель содержит несколько выходных параметров, то для вычисления вариации любого из них следует воспользоваться уравнением:

$$CV(P_i)= \left| D(P_i) \right|^{1/2} / P_i, \qquad (3.6)$$

где P_i – i-ый выходной параметр.

Коэффициенты вариации (3.6) можно использовать для ранжирования параметров, поскольку малое значение $CV(P_i)$ показывает, что параметр оказывает значительное влияние при подгонке модели к опытным данным, и наоборот.

Подгонка к различным массивам (данным эксперимента) может дать разные результаты. Коэффициент вариации для статистически значимых параметров биологических объектов лежит в диапазоне от 0,05 до 0,3. Если значение $CV(P_i)$ превышает 0,2, то это может означать, что часть модели, к которой относится параметр P_i , требует критического пересмотра.

Анализ чувствительности с ранжировкой параметров помогает отыскать пути упрощения модели. Один из таких путей заключается в полном исключении из модели параметра, имеющего очень *большое значение коэффициента вариации*. Возможны, однако, ситуации, когда даже при малом влиянии параметра на формируемые прогнозы имеются веские доводы в пользу его сохранения в модели. Поскольку результаты анализа зависят как от конкретных экспериментальных данных, так и от выбранного метода оценки невязок, интерпретировать их следует с известной осторожностью.

Другим направлением исключения неинформативных параметров модели является исключение *коррелирующих параметров*. Если два или более параметров имеют сильную корреляционную связь, то целесообразно часть из этих факторов убрать и оставить один - наиболее значимый. Для определения значимого параметра используют выражение чувствительности:

$$S(Y, P_i) = (dY/d P_i) (P_i/Y) \approx = (\Delta Y/ Y) (P_i/ \Delta P_i), \quad (3.7)$$

где: Y- выходная величина модели в некоторый момент времени;

ΔY- малое приращение Y вследствие изменения P_i;

ΔP_i- малое приращение параметра ΔP_i.

Для вычисления $S (Y, P_i)$ обычно бывает достаточным увеличения P_i на 5%. Если $S(Y, P_i) = 1$, то это означает, что данное относительное изменение численного значения параметра P_i приводит к точно такому же относительному изменению численного значения показателя Y. Параметры, для которых $S\{Y, P_i) > 1$, сильно влияют на выходной показатель, и наоборот.

3.7. Принципы оценки адекватности и точности модели

Какой бы сложной и полной ни была модель, она, тем не менее, является приближенным отображением реального объекта и отражает его при определенных принятых допущениях. Однако до тех пор, пока не доказана адекватность модели реальной обстановке, нельзя с уверенностью утверждать, что с ее помощью получатся

те результаты, которые действительно характеризуют функционирование исследуемого объекта. Любые исследования на неадекватной модели теряют смысл.

С ростом адекватности и точности модели возрастают как ее стоимость, так и ценность для исследования, в связи, с чем приходится решать вопрос о компромиссе между ее стоимостью и последствиями ошибочных решений из-за ее неадекватности исследуемому процессу.

Поэтому на практике построение модели представляет собой итеративный процесс усовершенствования модели, а, следовательно, и исследования объекта до тех пор, пока это считается разумным. Правильность построения модели может быть проверена только на практике за счет повторения цикла "построение модели – проверка модели".

Следует отметить, что понятие адекватности модели не имеет количественного измерения: модель либо адекватна явлению, либо не адекватна (естественно, с точки зрения выносящего суждение — заказчика).

Оценка адекватности модели предполагает проверку:

- полноты учета основных факторов и ограничений, влияющих на работу системы;
- соответствия исходных данных модели реальным (в частности, согласия используемых законов распределения с первичными данными);
- наличия в модели всех данных (таблиц, коэффициентов и т.д.), для работы уравнений, зависимостей и формул;
- правильности алгоритма моделирования, последовательности выполняемых действий;
- правильности преобразования исходных данных в конечные результаты;
- осмысленности результатов, их физическую интерпретации, понимаемости.

Модель является *достоверной*, если ее концептуальная модель адекватна исследуемому процессу, математическая модель адекватна концептуальной, а точности реализации математической модели на компьютере соответствует заданной, т.е. погрешности расчета не превышают допустимых.

После того как концептуальная модель определена и описана, необходимо проверить адекватность ее основных принципов, так как значительно легче вносить изменения на начальных этапах построения модели, чем попытаться изменить замысел на этапе реализации. Решить вопрос об адекватности концепций модели - значит согласиться с основными предпосылками и логикой, которой они связаны между собой.

Основные ошибки при формировании концептуальной модели следующие:

- неправильный выбор критериев или ограничений;
- введение в концептуальную модель несущественных факторов или отсутствие в ней ряда существенных факторов;
- неучет ряда условий функционирования объекта;
- неправильный выбор гипотез, положенных в основу структуры модели (например, по составу элементов объекта, связей между ними в процессе функционирования и т.п.).

Проверка адекватности концептуальной модели является достаточно сложной задачей, так как оценка принципов, положенных в основу модели, является

субъективной.

Одним из методов проверки адекватности концептуальной модели является рассмотрение модели специалистами, не участвовавшими в ее разработке (экспертиза модели), так как они могут более объективно рассмотреть задачу и заметить слабые стороны модели, не замеченные авторами. Окончательное решение об адекватности концептуальной модели принимается только заказчиком, который при положительном отзыве концепции одобряет тем самым все положенные в основу модели допущения.

Основные принципиальные ошибки при переходе от концептуальной модели к математической следующие:

- структура математической модели не соответствует структуре концептуальной модели;
- модель включает неверные математические соотношения.

По окончании разработки математической модели до начала программирования необходимая проверка адекватности должна дать ответ на вопрос, насколько используемые уравнения или моделирующий алгоритм отражают концептуальную модель.

Если уравнения получены теоретическим путем, то могут быть проведены *вычисления в нескольких точках* с целью определения приемлемости результатов. Дополнительная проверка уравнений состоит в *анализе размерностей*. Необходимо убедиться, что все единицы измерения применены в соответствии с физическим смыслом, масштабирование и согласование размерностей в уравнениях проведено правильно. Кроме того, обязательными являются проверка преобразования информации от входа к выходу модели, смысловая проверка результатов в условиях, когда факторы модели принимают предельные значения.

Обычно точность реализации математической модели на компьютере рассматривают через совокупность различного рода погрешностей. Если классифицировать погрешности реализации "идеальной" модели на компьютере с точки зрения причин их возникновения, можно выделить четыре их вида, полученные в результате:

- незнания или неточного задания исходных данных;
- упрощения исходной математической модели;
- дискретной реализации математической модели на используемой цифровой вычислительной машине, в том числе ошибки округления;
- ограниченной статистики при выборочной обработке статистической информации или ограниченным числом случайных испытаний модели на компьютере.

Как правило, погрешности моделирования представляют собой сумму систематических (неслучайных) и случайных ошибок.

Суждение об адекватности моделей диктуется решаемой задачей. Очевидно, что "академически" проверить адекватность модели, на которой получен прогноз последствия сильных заморозков на урожай плодов, в деталях невозможно. Моделируемые процессы сложны и мало изучены, число "правдоподобно" оцениваемых параметров очень велико и т.д. Однако поставленной задаче - предупредить о характере и масштабах возможных неприятностях - модель вполне

адекватна.

Интегрированная модель управления сложной системой (фирмой, предприятием или отраслью) адекватна своей цели только тогда, когда она позволяет руководству фирмы достигать поставленных целей. Если эта цель - максимизация прибыли, то "адекватное" модельное решение должно описывать текущее состояние системы, ее отношения с внешним миром и возможности получения прибыли.

3.8. Планирование модельного эксперимента

Проведение всякого исследования связано с определенными затратами материальных ресурсов, денежных средств, времени. Поэтому возникает естественная задача такого планирования экспериментов, будь то на реальном объекте, экспериментальном стенде, опытной делянке в поле или компьютерной модели, чтобы получить в результате его проведения все необходимые данные при ограниченных или минимальных затратах.

Спланировать эксперимент – это означает дать ответы на вопросы, где, как и когда проводить измерения. На подобные вопросы исследователь часто отвечает, руководствуясь своей интуицией и опытом. Однако, такое интуитивное планирование не может гарантировать от возможных ошибок.

Для того, чтобы спланировать эксперимент, имеющий целью изучение реального объекта или его модели, сначала необходимо достаточно четко и ясно сформулировать цель эксперимента, т.е. сформулировать какие именно параметры необходимо исследовать, наблюдать), какие выбрать значения независимых переменных (входных) и зависимых переменных (выходных).

В детерминированных моделях можно выделить определенные процессы, зависящие от небольшого числа переменных, поддающихся изучению. Результаты в этом случае можно представить в виде функциональных связей. В подобных моделях значения всех независимых переменных, кроме одной, можно поддерживать на определенном уровне, а одну переменную, каждую по очереди, варьировать с целью установления ее влияния на интересующую нас выходную величину.

Количество необходимых экспериментов растет с количеством факторов. Например, если каждый фактор варьировать на m = 5 уровнях, то для каждого однофакторного эксперимента (n = 1) потребуется $k = 5^1 = 5$ экспериментов, для двух факторов (n = 2) - $k = 5^2 = 25$ и.т.д. Т.е. количество экспериментов равно $k= m^n$.

На реально действующих объектах, а часто и на компьютерных моделях, увеличение количества факторов приводит к большому количеству экспериментов, которое трудно осуществить.

Детерминированные системы в действительности встречаются очень редко. Чаще всего приходится иметь дело со стохастическими моделями систем, в которых действуют многие факторы, плохо поддающиеся полной стабилизации на каком либо уровне. Как, например, стабилизировать такой фактор реального производства, как температуру или воздуха в поле? В дополнение еще действуют ошибки от погрешностей измерений, которые даже детерминированные факторы могут сделать случайными.

Поэтому детерминированные модели, как правило, не пригодны и приходится

использовать статистические модели и методы исследования. В этом случае экспериментатор сознательно отказывается от детального изучения механизма всех процессов и явлений в объекте и переносит этот принцип на модель. Суть этих методов сводится к тому, чтобы, изменяя возможно большее количество независимых переменных (факторов), найти оптимальные условия (оптимальное сочетание факторов) протекания изучаемого процесса.

Планирование эксперимента в задачах моделирования состоит в выборе логической структуры искусственного компьютерного эксперимента и позволяет обосновано проводить выбор значений управляемых параметров для выполнения расчетов на модели.

В планировании экспериментов для описания результирующей характеристики (критерия оптимальности) используют полиномиальные модели регрессии:

$$e = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i x_i + \sum_{i<j}^{n} b_{ij}\, x_i\, x_j + \sum_{i=1}^{n} b_{ii}\, x_i^2 + \ldots . \quad (3.5)$$

Пространство, в котором строится функция отклика называют *факторным пространством* (рис. 3.3).

Коэффициенты функции отклика b_0 , b_{ii} , b_{ij} и т.п. можно интерпретировать как значения частных производных в точке, вокруг которой осуществляется разложение в ряд неизвестной целевой функции.

Для поиска оптимума в области определения факторов x выбирают произвольную точку A1, (рис. 3.4). В окрестности точки A1 выделяют малую подобласть, в которой возможно описать функцию отклика полиномом первой степени. В этой подобласти осуществляют небольшую серию экспериментов (точки I), необходимую для построения линейной модели:

$$e = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i x_i + \sum_{i=1}^{n} b_{ii}\, x_i^2 . \quad (3.6)$$

Коэффициенты регрессии b_i используются для определения направления градиента, следуя которому осуществляют дальнейшие опыты (точки III в окрестности точки A3. Для каждой новой подобласти вновь определяют направление градиента, по которому следуют в дальнейших опытах до тех пор, пока не достигнут оптимума — области M.

Значения коэффициентов регрессии определяются по формуле

$$b_i = b_0 + \sum_{m=1}^{N} x_{mi}\; l_m / N , \quad (3.7)$$

где x_{mi} - значение j-го фактора в m-м эксперименте; l_m - значение выходной характеристики в m-м эксперименте; N - общее число экспериментов в подобласти.

Информацию для проведения эксперимента записывают в матрице планирования эксперимента (табл. 3.1), *называемой планом эксперимента.*

Для получения коэффициентов регрессии b_i с высокой точностью и достоверностью к плану эксперимента предъявляется ряд требований, что приводит к формированию значений x_{mi} по специальным правилам. Процедура выбора подобласти проведения эксперимента состоит из двух этапов:

- выбор основного уровня x_{oi};

- выбор интервалов варьирования I_i .

Основной уровень — центр подобласти проведения эксперимента - для первого эксперимента осуществляется на базе анализа априорной информации. В дальнейшем его величина определяется направлением градиента и шагом эксперимента.

Интервалом варьирования I_i фактора x_i называется некоторое число, прибавление которого к основному уровню даёт верхний x_{2i}, а вычитание - нижний уровень фактора x_{1i}.

Для упрощения записи условий эксперимента и обработки экспериментальных данных масштабы по кодированным осям и начало отсчета выбирают так, чтобы верхний уровень соответствовал +1, нижний -1, а основной - 0. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов, называется *полным факторным экспериментом*. Так как число уровней каждого фактора равно двум, то в теории планирования экспериментов рассматривается полный факторный эксперимент $n^{3.}$ Для двух факторов план эксперимента и геометрическая интерпретация матрицы планирования 2^2 приведены на рис. 3.5.

Таблица 3.1. Матрица планирования эксперимента:
$x_1, x_2, \ldots, x_i, \ldots, x_n$- входные переменные, факторы; $x_{11}, \ldots, x_{mi}, \ldots, x_{Nn}$- уровни факторов; e- отклик модели; $e_{11}, \ldots, e_{1m}, \ldots, e_{1N}$ - результат моделирования m- го опыта.

№ N опыта	Значение фактора	…	Значение фактора	…	Значение фактора	Значение результата e
1	x11	..	x1i	…	x1n	el1
…	…	..	…	…	…	…
m	xm1	…	xmi	…	xmn	elm
…	…	…	…	…	…	…
N	xN1	…	xNi	…	xNn	elN

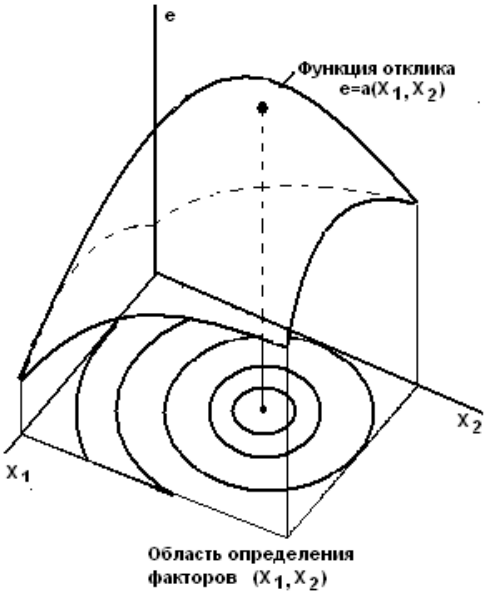


Рис.3.3. Функция отклика и факторное пространство модели.

Полный факторный эксперимент 2^3 будет иметь восемь опытов, а его

геометрическая интерпретация представляет собой куб. Матрица полного факторного эксперимента строится следующим образом: в первом столбце знаки меняются поочередно, во втором - через два, в третьем — через четыре и т.д. по степени 2.

Однако полный факторный эксперимент содержит избыточную информацию для определения коэффициентов регрессии b_i, для расчета которых достаточно провести только часть полного факторного эксперимента - *дробный факторный эксперимент.*

Реализуемая часть полного факторного эксперимента называется дробной репликой. Объем дробного факторного эксперимента определяется из следующих условий:

- число экспериментов должно быть не меньше числа неизвестных коэффициентов в уравнении регрессии;
- число экспериментов должно быть обязательно равно степени числа 3.

Как видно из табл. 3.2, применение дробного факторного эксперимента для случая 15 факторов уменьшает объем расчетов по определению направления градиента в 2048 раз по сравнению с полным факторным экспериментом. Увеличение числа факторов в еще большей степени способствует повышению вычислительной эффективности этого метода.

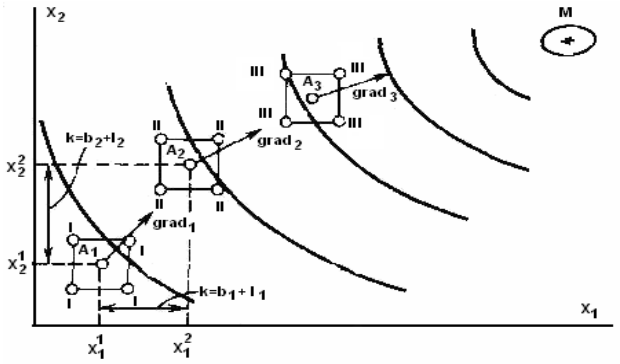


Рис. 3.4. Планирование имитационных экспериментов при оптимизации по градиенту.

Номер опыта	X_1	X_2	e
1	-1	-1	e_1
2	+1	-1	e_2
3	-1	+1	e_3
4	+1	+1	e_4

Рис. 3.5. План эксперимента 2^2 .

Естественно, что далеко не любые эксперименты из плана полного факторного эксперимента могут быть использованы при формировании плана дробного факторного эксперимента. Совокупность экспериментов в дробной реплике должна удовлетворять следующим свойствам:

1. Симметричность относительно центра эксперимента — алгебраическая сумма экспериментов - столбцов каждого фактора должна быть равна нулю, кроме столбца,

отвечающего свободному члену b_0, т.е.

$$\sum_{m=1}^{M} x_{mi} = 0 , \quad (3.8)$$

где m - номер точки опыта; i - номер фактора; M - число различных точек плана матрицы дробной реплики;

Таблица 3.2. Дробные реплики

Количество факторов	Дробная реплика	Условное обозначение	Количество опытов с дробной репликой	Количество опытов полного эксперимента
3	1/2 реплики от 2^3	2^{3-1}	4	8
4	1 /2 реплики от 2^4	2^{4-1}	8	16
5	1/4 реплики от 2^5	2^{5-2}	8	32
6	1/8 реплики от 2^6	2^{6-3}	3	64
6	1/l6 реплики от2^6	2^{6-4}	8	128
10	1/64 реплики от 2^{10}	2^{10-6}	16	1024
15	1/2048 реплики от 2^{15}	2^{15-11}	16	32668

2. Нормировка - сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу точек матрицы, т.е.

$$\sum_{m=1}^{M} x_{mi}^2 = M ; \quad (3.9)$$

3. Ортогональность - сумма построчных произведений плана матрицы любых двух столбцов равна нулю, т.е.

$$\sum_{m=1}^{M} x_{i\,m} , x_{j\,m} = 0; \quad (3.10)$$

где j - комбинация факторов в m- ой точке ($i \neq j$).

Ортогональность матрицы позволяет оценить все коэффициенты регрессии независимо друг от друга, т.е. значение любого коэффициента не зависит от того, какие значения имеют другие коэффициенты.

Если план дробной реплики отвечает указанным свойствам, то математическая модель, полученная в результате эксперимента, способна предсказать значения искомого показателя с одинаковой точностью в любых направлениях на равных расстояниях от центра эксперимента или плана матрицы.

Если значения коэффициентов регрессии b_i близки к нулю, то это означает, что недалеко находится область оптимума. Для отыскания оптимального решения в этом случае необходимо переходить на полиномиальные уравнения более высокого порядка, например, использовать неполный полином второй степени.

P	0.800	0.85	0.87	0.88	0.88	0.885	0.888

3.9. Обработка результатов спланированного эксперимента

Выходные данные спланированного эксперимента на модели анализируются для получения выводов о поведении объекта. Этот анализ основывается на доверительных интервалах и установлении зависимости между временем моделирования и точностью оценок.

Перед началом эксперимента трудно знать действительную величину параметра. Мы можем иметь только ее оценку - некоторую приближенную к ней величину. Пусть a(N) будет статистическая оценка параметра, а по данным N экспериментов. Наилучшими оценками параметра считаются оценки, удовлетворяющие требованиям *состоятельности, несмещенности и эффективности*.

Оценка называется *состоятельной*, если она при неограниченном увеличении числа опытов сходится по вероятности к искомому значению параметра.

Оценка является *несмещенной,* если ее математическое ожидание при любом конечном N равно истинному ее значению.

Эффективной является оценка с наименьшей дисперсией. Имея оценку и ее дисперсию можно построить *доверительный интервал*. Оценка характеризуется *точностью и надежностью*.

Под *точностью* понимается половина δ длины доверительного интервала, а под надежностью- вероятность того, что истинное значение параметра окажется принадлежащим упомянутому интервалу (доверительная вероятность). При прочих равных условиях увеличение требований к точности уменьшает доверительную вероятность, а увеличение доверительной вероятности снижает точность оценок. В практической деятельности моделирования ставится задача определения числа испытаний N, при которых будут обеспечены заданные δ и P.

Пусть необходимо определить среднее величина исследуемой величины $\hat{w}$ при известной ее дисперсии равной σ_w^2. Для числа наблюдений N разность $(\hat{w} - w)$ будет распределена нормально с дисперсией σ_w^2/N, при этом доверительная вероятность будет равна

$$P\{ \left| \hat{w} - w \right| \le \delta \} = \Phi(\delta N^{0.5}/\sigma_w 2^{0.5}), \quad (3.11)$$

где Ф( )- функция Лапласа.

Откуда требуемое число наблюдений

$$N \ge 2 [\Phi^{-1}(P)^2 (\sigma_w/\delta)^2] = k(P)(\sigma_w/\delta)^2. \quad (3.12)$$

Коэффициент k(P) выбирается из таблицы 3.3.Число испытаний обратно пропорционально квадрату допустимой погрешности и резко возрастает с повышением доверительной вероятности. Доверительный интервал для w равен $\hat{w} \pm \delta$, рис.3.6. Фактический доверительный интервал определяется по заданной вероятности P по формуле:

$$\delta = k(P)^{0.5} \sigma_w/N^{0.5}. \quad (3.13)$$

Таблица 3.3. Коэффициенты k(P) для расчета числа испытаний.

k(P)	2.68	3.84	4.71	5.43	6.66	7.80	8.82

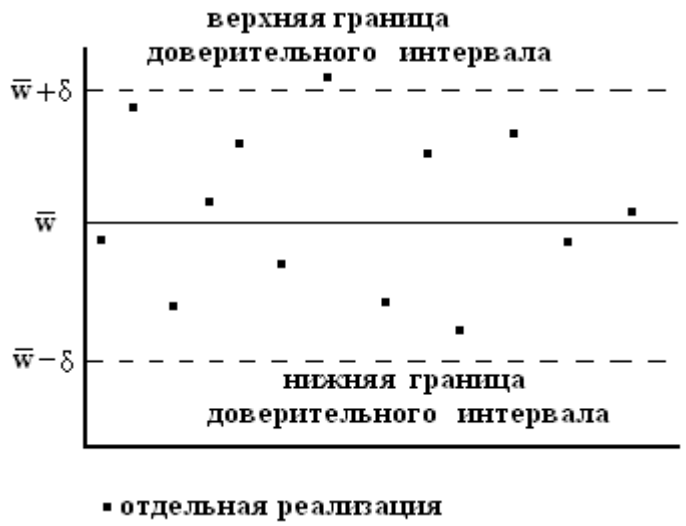


Рис.3.6. Доверительный интервал результатов эксперимента.

Вместо теоретического значения σ_w (он не известен) приходится пользоваться его статистической оценкой. Первоначально производят испытание определенное количество раз и делают оценку σ_w после чего рассчитывают необходимое количество испытаний по формуле 3.12. Вычтя из него количество уже проведенных испытаний, находят необходимое их дополнительное количество.

4.1. Основные понятия линейного программирования

Многие задачи, с которыми приходится иметь дело в повседневной практике, являются многовариантными. Среди множества возможных вариантов приходится отыскивать наилучшие – оптимальные, при ограничениях, налагаемых на природные, экономические и технологические возможности. В связи с этим возникла необходимость применять для анализа и синтеза различных ситуаций и систем специальные математические методы, позволяющие оптимизировать решения, принимаемые при управлении, прогнозировании, расчетах и т.д. Одним из таких методов является математическое программирование.

Математическое программирование — область математики, разрабатывающая методы решения многомерных задач на экстремум (минимум или максимум) функции многих переменных с ограничениями на область изменения этих переменных. Возможности формализуются в виде системы ограничений. Все это составляет математическую модель. Модель задачи математического программирования включает:

- *совокупность неизвестных величин,*
- *целевую функцию;*
- *ограничения.*

Совокупность неизвестных величин – это те величины, действуя на которые, систему можно совершенствовать. Их называют планом задачи (вектором управления, решением, управлением, стратегией, поведением и др.).

Целевая функция- это функция, экстремальное значение которой нужно найти в условиях технических, технологических или экономических возможностей. Ее называют также показателем эффективности, критерием оптимальности, функцией цели, функционалом задачи и др. Целевая функция позволяет выбирать наилучший вариант из множества возможных. Наилучший вариант доставляет целевой функции экстремальное значение.

Это может быть прибыль, объем выпуска или реализации, затраты производства, издержки обращения, уровень обслуживания или дефицитности, число комплектов оборудования, отходы производства и т. д.;

Ограничения - это условия, ограничивающие ресурсы, которыми располагает процесс в любой момент времени. Ограниченными могут быть материальные, финансовые, трудовые и другие ресурсы. Нередко потребности превышают возможности их удовлетворения.

Математически ограничения выражаются в виде уравнений и неравенств. Их совокупность образует область допустимых решений (область технических, технологических, экономических и других возможностей).

План, удовлетворяющий системе ограничений задачи, называется *допустимым*. Допустимый план, доставляющий функции цели экстремальное значение, называется *оптимальным*. Оптимальное решение может быть не обязательно единственным, возможны случаи, когда оно не существует, имеется конечное или бесчисленное множество оптимальных решений.

Одним из разделов математического программирования является *линейное программирование*.

Линейное программирование - раздел математического программирования, применяемый при разработке методов отыскания экстремума линейных функций нескольких переменных при линейных дополнительных ограничениях, налагаемых на переменные.

По типу решаемых задач его методы разделяются на универсальные и специальные. С помощью универсальных методов могут решаться любые задачи линейного программирования (ЗЛП).

Формы записи задачи линейного программирования.

Общей задачей линейного программирования называют задачу нахождения максимума или минимума линейной функции:

$$\max(\min)F = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \qquad (4.1)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i \qquad (i = 1,\dots, m_1) \qquad (4.2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_i (i = m_1 + 1,\dots, m_2) \qquad (4.3)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \geq b_i (i = m_2 + 1, .., m) \qquad (4.4)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (j = \overline{1, n_1}) \ , \qquad (4.5)$$

где:

$x_i x_j$ - искомые величины, оптимум которых необходимо найти,

c_j, a_{ij}, b_i - коэффициенты, заданные действительные числа, определяющие условия использования искомых величин x;

(4.1) – целевая функция;

(4.2) – (4.5) –ограничения;

i - порядковый номер ограничения; j- номер переменной; n- количество искомых переменных; m- количество ограничений;

$x = (x_1; ...; x_n)$ - план задачи.

На практике система уравнений 4.1- 4.5 представляется в виде матриц A и векторов коэффициентов c и b, которые будут рассмотрены ниже. Чтобы задача имела решение, система её ограничений (4.2 - 4.5) должна быть совместной. Это означает, что число уравнений этой системы m не должно быть больше числа неизвестных n. Случай m > n вообще невозможен. При m= n система имеет единственное решение, которое будет при $x_j \geq 0 \ \ (j = 1, ..., n)$ оптимальным. В этом случае проблема выбора оптимального решения теряет смысл.

Если m < n , то в этом случае система векторов $A_1, A_2, ..., A_n$ содержит базис - максимальную линейно независимую подсистему векторов, через которую любой вектор системы может быть выражен как ее линейная комбинация. Каждый из них состоит точно из m векторов. Переменные, соответствующие m векторам базиса, называют базисными. Остальные n – m переменных будут свободными. Базис составляют первые m векторов $A_1, A_2, ..., A_m$. Этому базису соответствуют базисные переменные $x_1, x_2, ..., x_m$, а свободными будут переменные $x_{m+1}, x_{m+2}, ..., x_n$.

Если свободные переменные приравнять нулю, а базисные переменные при этом примут неотрицательные значения, то полученное частное решение системы будет называться опорным решением (планом).

Нахождение оптимального значения линейной функции с ограничениями осуществляется с помощью симплекс-метода. Общая идея симплексного метода

(метода последовательного улучшения плана) для решения задачи линейного программирования состоит в:

- нахождении начального опорного плана;
- определении признака оптимальности опорного плана;
- переходе к не худшему опорному плану.

Решение подобной задачи можно осуществить с помощью специального пакета прикладных программ.

4.2. Динамическое программирование

Другим методом математического программирования является метод динамического программирования. Это математический метод решения сложных задач оптимизации, заключающийся в разделении исследуемого процесса на этапы (шаги). Этапы могут соответствовать, например, различным периодам времени функционирования системы, отдельным участкам или узлам объекта, различным стадиям технологического процесса и т.д. Для каждого этапа решается задача оптимизации. Таким образом, решение сложной задачи сводится к решению ряда более простых оптимизационных задач, взаимосвязанных друг с другом.

Рассмотрим пример такого процесса. Пусть планируется деятельность группы цехов по производству какой-либо продукции сельскохозяйственного предприятия на N лет. Здесь шагом является один год. В начале 1-го года на развитие цехов выделяются средства, которые должны быть как-то распределены между ними. В процессе их функционирования выделенные средства частично расходуются. Каждый цех за год приносит некоторый доход, зависящий от вложенных средств. В начале года имеющиеся средства могут перераспределяться между цехами- каждому из них выделяется какая-то доля средств. Ставится вопрос: как в начале каждого года распределять имеющиеся средства между цехами, чтобы их суммарный доход за N лет был максимальным?

Перед нами типичная задача динамического программирования, в которой рассматривается управляемый процесс – функционирование группы цехов (участков, предприятий). Управление процессом состоит в распределении (и перераспределении) средств. Управляющим воздействием является выделение определенных средств каждому из цехов в начале года.

Управляющее воздействие на каждом шаге должно выбираться с учетом всех его последствий в будущем. Управляющее воздействие должно быть дальновидным, с учетом перспективы. Нет смысла выбирать на рассматриваемом шаге наилучше управление, если в дальнейшем это помешает получить наилучшие результаты других шагов. Управляющее воздействие на каждом шаге надо выбирать “с заглядыва-нием в будущее”, иначе возможны серьезные ошибки.

Действительно, предположим, что в рассмотренной группе предприятий одни заняты производством зерна, а другие - мяса. Причем целью является получение за N лет максимального объема выпуска мяса за счет производства зерна, идущего на корм скоту.

Пусть планируются капиталовложения на первый год. Исходя из узких интересов данного шага (года), мы должны были бы все средства вложить в производство мяса и добиться к концу года максимального его объема производства. Но правильным ли будет такое решение в целом? Очевидно, нет. Имея в виду будущее, необходимо выделить какую-то долю дополнительных средств и на производство зерна. При этом объем мяса за первый год, естественно, снизится, зато будут созданы условия, позволяющие увеличивать его производство в последующие годы.

В формальной постановке задач методом динамического программирования примем следующие обозначения:

N – число шагов;

$\bar{x}_k = (x_{1k}, x_{2k}, ..., x_{nk})$ – вектор, описывающий состояние системы на k-м шаге;

$\bar{x}_0$ – начальное состояние, т. е. сдостояние на 1-м шаге;

$\bar{x}_N$ – конечное состояние, т. е. достояние на последнем шаге;

$K_{хое}$ – область допустимых состояний на k-ом шаге

$\bar{u} = (u_{1k}, u_{2k}, ..., u_{mk})$ – вектор управляющего воздействия на k-ом шаге, обеспечивающий переход системы из состояния x_{k-1} в состояние x_k;

U_k – область допустимых управляющих воздействий на k-ом шаге;

W_k – величина выигрыша, полученного в результате реализации k-го шага;

S – общий выигрыш за N шагов;

$\bar{u}^* = (\bar{u}_1^*, \bar{u}_2^*, ..., \bar{u}_N^*)$ – вектор оптимальной стратегии управления или оптимальное управляющее воздействие за N шагов;

$S_{k+1}(\bar{x}_k)$ – максимальный выигрыш, получаемый при переходе из любого состояния $\bar{x}_k$ в конечное состояние $\bar{x}_0$ при оптимальной стратегии управления начиная с (k+1)-го шага;

$S_1(\bar{x}_0)$ – максимальный выигрыш, получаемый за N шагов при переходе системы из начального состояния $\bar{x}_0$ в конечное $\bar{x}_N$ при реализации оптимальной стратегии управления $\bar{u}^*$. Очевидно, что $S = S_1(\bar{x}_0)$, если $\bar{x}_0$ –фиксировано.

Метод динамического программирования опирается на условие отсутствия последействия и условие аддитивности целевой функции.

$$S = \sum_{k=1}^{N} W_k(\bar{x}_{k-1}, \bar{u}_k).$$

Условие отсутствия последействия. Состояние $\bar{x}_k$, в которое перешла система за один k-й шаг, зависит от состояния $\bar{x}_{k-1}$ и выбранного УВ $\bar{u}_k$ и не зависит от того, каким образом система пришла в состояние $\bar{x}_{k-1}$, то есть

$\bar{x}_k = \bar{f}_k(\bar{x}_{k-1}, \bar{u}_k)$.

Аналогично величина выигрыша W_k зависит от состояния $\bar{x}_{k-1}$ и выбранного управляющего воздействия $\bar{u}_k$, то есть

$$W_k = W_k(\bar{x}_{k-1}, \bar{u}_k).$$

Оптимальной стратегией управления $\bar{u}^*$ называется совокупность управляющих воздействий $\bar{u}_1^*, \bar{u}_2^*, ..., \bar{u}_N^*$, то есть $\bar{u}^* = (\bar{u}_1^*, \bar{u}_2^*, ..., \bar{u}_N^*)$, в результате реализации которых система за N шагов переходит из начального состояния $\bar{x}_0$ в конечное $\bar{x}_N$ и при этом общий выигрыш S принимает наибольшее значение.

Принцип оптимального управления гласит:

Каково бы ни было допустимое состояние системы $\bar{x}_{i-1} \in X_{i-1}$ перед очередным i-м шагом, надо выбрать допустимое управляющее воздействие $\bar{u}_i \in U_i$ на этом шаге так,

чтобы выигрыш Wi на i-м шаге плюс оптимальный выигрыш на всех последующих шагах был максимальным.

В качестве примера постановки задачи оптимального управления продолжим рассмотрение задачи управления финансированием группы цехов предприятия. Пусть в начале i-го года группе цехов $П_1, П_2, ..., П_m$ выделяются соответственно средства: $u_{1i}, u_{2i}, ..., u_{mi}$. Совокупность этих значений можно считать управлением на i-м шаге, то есть $\bar{u}_i = (u_{1i}, u_{2i}, ..., u_{mi})$. Управление $\bar{u}$ процессом в целом представляет собой совокупность всех шаговых управлений, то есть $\bar{u} = (\bar{u}_1, \bar{u}_2, ..., \bar{u}_N)$.

Управление может быть хорошим или плохим, эффективным или неэффективным. Эффективность управления $\bar{u}$ оценивается показателем *S*. Возникает вопрос: как выбрать шаговые управления $\bar{u}_1, \bar{u}_2, ..., \bar{u}_N$, чтобы величина *S* обратилась в максимум?

Оптимальное управление $\bar{u}^*$ многошаговым процессом состоит из совокупности оптимальных шаговых управлений: $\bar{u}^* = (\bar{u}_1^*, \bar{u}_2^*, ..., \bar{u}_N^*)$

Таким образом, перед нами стоит задача: определить оптимальное управление на каждом шаге $\bar{u}_i^*$ (i=1,2,...N), а значит, и оптимальное управление всем процессом $\bar{u}^*$.

Планируя многошаговый процесс, необходимо выбирать управляющее воздействие на каждом шаге с учетом его будущих последствий на еще предстоящих шагах. Однако из этого правила есть исключение. Среди всех шагов существует один, который может планироваться без "заглядывания в будущее". Это последний шаг - после него других шагов нет. Этот шаг, единственный из всех, можно планировать так, чтобы он как таковой принес наибольшую выгоду. Спланировав оптимально этот последний шаг, можно к нему пристраивать предпоследний, к предпоследнему - предпредпоследний и т.д.

Поэтому процесс динамического программирования на 1-м этапе разворачивается от конца к началу, то есть раньше всех планируется последний, N-й шаг.

Далее нужно сделать все возможные предположения о том, чем кончился предпоследний, (N -1)- й шаг, и для каждого из них найти такое управление, при котором выигрыш (доход) на последнем шаге был бы максимален. Решив эту задачу, мы найдем условно оптимальное управление на N-м шаге, т.е. управление, которое надо применить, если (N - 1)- й шаг закончился определенным образом.

Предположим, что эта процедура выполнена, то есть для каждого исхода (N - 1)-го шага мы знаем условно оптимальное управление на N-м шаге и соответствующий ему условно оптимальный выигрыш. Теперь мы можем оптимизировать управление на предпоследнем, (N - 1)- м шаге. Сделаем все возможные предположения о том, чем кончился (N - 2)-й шаг, и для каждого из этих предположений найдем такое управление на (N - 1)-м шаге, чтобы выигрыш за последние два шага (из которых последний уже оптимизирован) был максимален. Далее оптимизируется управление на (N - 2)-м шаге и т.д.

Таким образом, на каждом шаге ищется такое управление, которое обеспечивает оптимальное продолжение процесса относительно достигнутого в данный момент состояния. Этот принцип выбора управления называется *принципом оптимальности*.

Само управление, обеспечивающее оптимальное продолжение процесса относительно заданного состояния, называется условно оптимальное управление на данном шаге.

Теперь предположим, что условно оптимальное управление на каждом шаге нам известно: мы знаем, что делать дальше, в каком бы состоянии ни был процесс к началу каждого шага. Тогда мы можем найти уже не "условное", а действительно оптимальное управление на каждом шаге.

Действительно, пусть нам известно начальное состояние процесса. Теперь мы уже знаем, что делать на первом шаге: надо применить условно оптимальное управление , найденное для первого шага и начального состояния. В результате этого управления после первого шага система перейдет в другое состояние; но для этого состояния мы знаем условно оптимальное управление и т. д. Таким образом, мы найдем оптимальное управление процессом, приводящее к максимально возможному выигрышу.

Таким образом, в процессе оптимизации управления методом динамического программирования многошаговый процесс "проходится" дважды:

- первый раз - от конца к началу, в результате чего находятся условно оптимальное управление на каждом шаге и оптимальный выигрыш (тоже условный) на всех шагах, начиная с данного и до конца процесса;

- второй раз - от начала к концу, в результате чего находятся оптимальные управления на всех шагах процесса.

Процедуру построения оптимального управления методом динамического программирования можно представить в две стадии: предварительную и окончательную.

На предварительной стадии для каждого шага определяется условно оптимальное управление , зависящее от состояния системы (достигнутого в результате предыдущих шагов), и условно оптимальный выигрыш на всех оставшихся шагах, начиная с данного, также зависящий от состояния.

На окончательной стадии определяется (безусловное) оптимальное управление для каждого шага.

Методами динамического программирования осуществляют оптимизацию планирования вложения средств в производство, выбор оптимальных маршрутов, задач оптимизации режимов работы машин и оборудования.

4.3. Сетевое представление процессов. Задача о кратчайшем пути

Постановка задачи. Пусть имеется некоторая система, которая может находится в одном из конечных состояний. Переход из одного состояния в другое осуществляется по определенному правилу за определенное время. Требуется из заданного начального состояния перевести систему в желаемое состояние за минимальное время.

Для наглядности будем интерпретировать эту задачу как задачу нахождения кратчайшего пути в сети. Некоторые сведения о сетевом представлении процессов.

Ориентированная сеть состоит из непустого конечного множества вершин V и подмножества X множества V*V: $X \in V*V$. Элементы множества X представляют собой упорядоченные пары вершин и называются *дугами* сети. Вершины сети нумеруются числами натурального ряда 1, 2, …, N. Наличие в множестве X упорядоченной пары (i, j) означает, что из вершины с номером i исходит дуга, которая

входит в вершину с номером j.

Каждой дуге (i, j) поставлено в соответствие некоторое неотрицательное число $t_{i,j}$, которое будем интерпретировать как *длину данной дуги*. Длина дуги может обозначать параметр какого-либо процесса, например скорость, интенсивность, расстояние, массу и т.д.

Путем называется конечная последовательность вершин, обозначаемая (i_1, i_2, …, i_n) и такая, что из вершины i_k исходит дуга, которая входит в вершину i_{k+1}, k=1, 2, …, n-1.

Длиной пути называется сумма длин входящих в него дуг. Путь, в котором начальная и конечная вершина совпадают, т.е. $i_k = i_n$ n>2, называется *циклом*. Сеть, не содержащая циклов, называется *ациклической*. Вершины ациклической цепи нумеруют так, чтобы i < j.

Рассмотрим ациклическую сеть, рис.4.1., имеющую 10 вершин. Вершины изображены в виде кружков, а дуги обозначены стрелками. Возле каждой стрелки указывается длина данной дуги. Просматривая данную сеть, можно выделить кратчайший путь из вершины 1 в конечную вершину 8. Однако если бы сеть содержала достаточно большое количество вершин, то, используя метод просмотра, справиться с задачей было бы не просто. Рассмотрим на данном примере алгоритм решения задачи, основанный на идеях динамического программирования, и пригодной для сетей с большим числом вершин.

Начнем искать оптимальный путь с конца. Из вершин 8 и 9 движение в вершину 10 определено однозначно. Присвоим указанным вершинам числа, соответствующие длинам дуг, т.е. 13 и 18. Из вершины 7 исходят 2 дуги: в вершину 9 и вершину 10. Поскольку длина пути $t_{7,10}$= 20, присваиваем вершине 7 число 20. Из вершины 6 исходят 3 дуги, причем оптимальным перемещением из вершины 6 является перемещение по дуге (6, 10), длина которой равна 15. Приписываем это число вершине 6. Продолжая аналогичным образом, придем к вершине 1, которой будет приписано число 32- длина искомого кратчайшего пути. Сам кратчайший путь идет по вершинам 1, 2, 4, 6, 8.

В общем виде алгоритм нахождения кратчайшего пути может быть сформулирован в следующем виде. Будем считать, что следует найти кратчайший путь из вершины 1 в вершину N.

Шаг 1. Положить $\omega_i = 0$ и i = N-1, где N число вершин данной сети.

Шаг 2. Положить $\omega_i = \min(t_{i,j} + \omega_j)$, где минимум вычисляется для всех i > j, для которых существует дуга (i, j). Запомнить путь, на котором реализуется указанный минимум. Если минимум достигается сразу на нескольких путях, то можно запомнить любой из них.

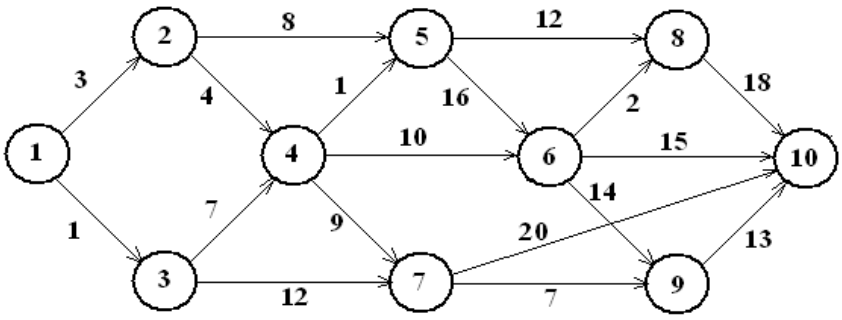


Рис.4.1. Ациклическая цепь процесса.

Шаг 3. если i = 1, то вычисления закончены. В противном случае уменьшить i на единицу и вернуться к шагу 2.

С помощью метода динамического программирования исследуют производственные процессы, развитие производств, старение техники и биологических объектов, т.е. те процессы, где во времени необходимо пройти ряд этапов развития и прийти к конечному результату.

5.1. Имитационное моделирование и его этапы

Хотя классические аналитические методы и методы математического программирования являются мощным средством моделирования, число реальных задач, которые можно сформулировать так, чтобы не возникало противоречий предположениям, лежащим в основе этих методов, сравнительно невелико. Развитие вычислительной техники породило новое направление в исследовании сложных процессов - имитационное моделирование.

Имитационное моделирование – это разработка и выполнение на компьютере программной системы, отражающей структуру и функционирование моделируемого объекта или явления во времени.

Такую программную систему называют *имитационной моделью* объекта или явления. Имитационные модели, являющиеся особым классом математических моделей, принципиально отличаются от аналитических тем, что компьютер в их реализации играют главную роль. Можно считать имитационную модель упрощенным подобием реальной системы, либо существующей, либо той, которую предполагается создать. Имитационная модель обычно представляется компьютерной программой. Процесс выполнения программы- процесс имитации поведения исходной системы во времени.

Идея метода имитационного моделирования состоит в том, что вместо *аналитического описания взаимосвязей между входами, состояниями и выходами строят алгоритм, отображающий последовательность развития процессов внутри исследуемого объекта, а затем "проигрывают" поведение объекта на компьютере.*

Имитационная система - совокупность модели, имитирующей изучаемое явление, и систем внешнего и внутреннего обеспечения.

Имитационная модель - вычислительная процедура, формализованно описывающая изучаемый объект и имитирующая его поведение. Для имитационного моделирования характерна имитация элементарных явлений, составляющих исследуемый процесс, с сохранением их логической структуры, последовательности протекания во времени, характера и состава информации о состояниях процесса. Модель по своей форме является алгоритмической (логико-математической).

Порядок построения имитационной модели и ее исследования в целом соответствует схеме построения и исследования других моделей. Однако специфика имитационного моделирования может приводить к ряду особенностей выполнения тех или иных этапов.

5.2. Понятие моделирующего алгоритма процесса

Для имитационного моделирования процесса на ЭВМ необходимо преобразовать его математическую модель в специальный *моделирующий алгоритм*, в соответствии с которым в компьютере будет вырабатываться информация, описывающая элементарные явления исследуемого процесса с учетом их связей и взаимных влияний (рис.5.1).

Центральным звеном моделирующего алгоритма является собственно имитационная модель — формализованная схема процесса. Она представляет собой формальное описание процедуры функционирования объекта в исследуемой операции и позволяет для любых задаваемых значений входных факторов модели (переменных — x, детерминированных —a, случайных — y) просчитать соответствующие им числовые значения выходных характеристик w. Остальные элементы модели (рис. 5.1) представляют собой внешнее математическое обеспечение процесса имитации.

Модели входов обеспечивают задание тех или иных значений входных факторов.

Статические модели детерминированных входов - это массивы значений констант, соответствующих определенным факторам модели.

Динамические модели входов обеспечивают изменение значений детерминированных факторов во времени по известному закону a(t).

Модели случайных входов (генераторы случайных чисел) имитируют поступление на вход изучаемого объекта случайных воздействий с заданными законами распределения p. (y).

Динамические модели случайных входов учитывают, что законы распределения случайных величин являются функциями времени, т.е. для каждого периода времени либо форма, либо характеристика закона распределения (например, математическое ожидание, дисперсия и т.д.) будут своими.

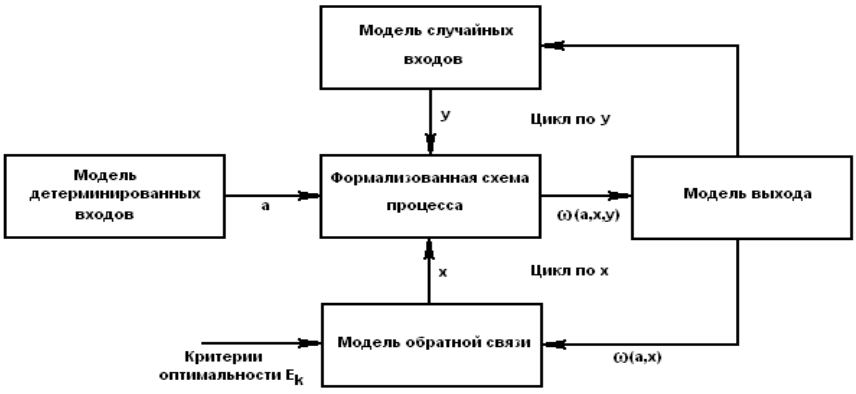


Рис. 5.1. Структура моделирующего алгоритма для оптимизационной модели со случайными факторами.

В связи с тем что результат, полученный при воспроизведении единственной реализации, из-за наличия случайных факторов не может характеризовать исследуемый процесс в целом, приходится анализировать большое число таких реализаций, так как только тогда по закону больших чисел получаемые оценки приобретают статистическую устойчивость и могут быть с определенной точностью приняты за оценки искомых величин.

Модель выхода обеспечивает накопление, обработку и анализ полученного множества случайных результатов. Для этого с ее помощью организуется много-

кратный просчет значений выходных характеристик при постоянных значениях факторов a, x и различных значениях случайных факторов y (в соответствии с заданными законами распределения) - “цикл по y”. В связи с этим модель выхода включает программы тактического *планирования эксперимента* на компьютере – определение способа проведения каждой серий прогонов, соответствующей конкретным значениям a и x. Кроме того, модель решает задачу обработки случайных значений выходных характеристик, в результате которой они "очищаются" от влияния случайных факторов и поступают на вход модели обратной связи, т.е. модель выхода реализует сведение стохастической задачи к детерминированной методом "осреднения по результату".

Модель обратной связи позволяет на основе анализа получаемых результатов моделирования изменять значения переменных управления, реализуя функцию стратегического планирования имитационного эксперимента.

При использовании методов *теории оптимального планирования эксперимента* одной из функций модели обратной связи является представление результатов моделирования в аналитическом виде - определение уравнений функций отклика.

При оптимизации модель выхода вычисляет на основе значений выходных характеристик w значение целевой функций E(w) и с помощью того или иного численного метода оптимизации изменяет значения переменных управления для выбора значений, наилучших с точки зрения целевой функции.

Имитационное моделирование имеет существенные преимущества перед аналитическим в тех случаях, когда:

- отношения переменных в модели нелинейны и поэтому аналитические модели невозможно или трудно построить;
- модель содержит стохастические элементы;
- для понимания поведения системы требуется визуализация динамики происходящих в них процессов;
- модель содержит много параллельно функционирующих взаимодействующих элементов.

5.3. Элементы теории массового обслуживания

Во многих областях практической деятельности человека мы сталкиваемся с необходимостью пребывания в состоянии *ожидания*. Подобные ситуации возникают при ожидании: в очередях- в билетных кассах, на взлет или посадку- самолетов в аэропортах, на телефонных станциях - освобождения линии абонента, в ремонтных цехах- при сдаче в ремонт машин, станков и оборудования, на складах и элеваторах- при разгрузке или погрузке транспортных средств и т.д. Во всех перечисленных случаях имеем дело с массовостью и обслуживанием. Изучением таких ситуаций занимается *теория массового обслуживания*.

Теория массового обслуживания опирается на теорию вероятностей и математическую статистику. В основу теории массового обслуживания положены работы датского ученого А.К. Эрланга (1978-1928). Одним из основных ее понятий является *требование на обслуживание*. В общем случае под *требованием на обслуживание* обычно понимают *запрос на удовлетворение некоторой потребности,*

например, разговор с абонентом по телефону, заказ автотранспорта для перевозки урожая с поля, покупка билета, получение материалов на складе.

Для удовлетворения требований необходима *система массового обслуживания (СМО)*. Всякая СМО предназначена для обслуживания какого-то потока заявок, поступающих в какие-то случайные моменты времени. Обслуживание заявок продолжается какое-то случайное время, после чего канал освобождается и СМО готова к приему следующей заявки.

Случайный характер потока заявок и времени обслуживания приводит к тому, что в какие-то периоды времени на входе СМО скапливается излишне большое число заявок (они либо становятся в очередь, либо покидают СМО не обслуженными); в другие же периоды СМО будет работать с недогрузкой или вообще простаивать.

Средства, обслуживающие требования в СМО, называются *обслуживающими устройствами*, или *каналами обслуживания***.** Например, к ним относятся каналы телефонной связи, дороги, мастера-ремонтники, билетные кассиры, погрузочно-разгрузочные точки на базах и складах. Основными элементами СМО являются:

- *входящий поток требований,*
- *очередь требований,*
- *обслуживающие устройства (каналы);*
- *выходящий поток требований.*

Система обслуживания считается заданной, если известны:

- поток требований (детали, поступающие на обработку, транспортные средства на разгрузку, автомобили на заправку и т.д.) и его характер распределения, интенсивность;
- множество обслуживающих единиц- приборов, оборудования (станки, разгрузочные устройства, автомобили, заправочные колонки и т.д.);
- дисциплина очереди.

Процесс работы СМО представляет собой случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем; состояние СМО меняется скачком в моменты появления каких-то событий (или прихода новой заявки, или окончания обслуживания, или момента, когда заявка, которой надоело ждать, покидает очередь).

Цель решения СМО – минимизация затрат, связанных с простоем системы, и затрат, связанных с ожиданием заявок в очереди. СМО решается определением оптимального количества каналов или характеристик потоков заявок.

В теории СМО рассматриваются такие случаи, когда поступление требований происходит через случайные промежутки времени, а продолжительность обслуживания требований носит случайный характер.

Основной задачей теории СМО является изучение режима функционирования обслуживающей системы и исследование явлений, возникающих в процессе обслуживания. СМО классифицируются на разные группы в зависимости от состава, времени пребывания в очереди до начала обслуживания и от дисциплины обслуживания требований.

По составу СМО бывают *одноканальные* (с одним обслуживающим устройством) и *многоканальные* (с большим числом параллельно работающих обслуживающих устройств). Многоканальные системы могут состоять из обслуживающих устройств как одинаковой, так и разной производительности.

Отношения требований, поступивших в очередь, подчиняются определенным правилам - *дисциплине обслуживания (очереди).*

Различают 5 видов дисциплины очереди:

- *FIFO – первой поступила – первой обслужена;*
- *LIFO – последней поступила – первой обслужена;*
- *по срочности;*
- *по приоритетам;*
- *случайный выбор.*

По времени пребывания требований в очереди до начала обслуживания системы делятся на три группы:

- *с ожиданием;*
- *с отказами;*
- *смешанного типа.*

В СМО с ожиданием очередное требование, застав все каналы занятыми, становится в *очередь* и ожидает обслуживания до тех пор, пока один из каналов не освободится. Пример – очередь на разгрузку транспорта на элеваторе (продукцию в любом случае необходимо сдать). СМО с ожиданием широко распространены. Их можно разбить на две группы - *разомкнутые и замкнутые*.

К *замкнутым* относятся системы, в которых поступающий поток требований ограничен. Например, мастер, задачей которого является наладка станков в цехе, должен периодически их обслуживать. Каждый налаженный станок становится в будущем потенциальным источником требований на подналадку. В подобных системах общее число циркулирующих требований конечно и постоянно.

Если источник обладает бесконечным числом требований, то системы называются *разомкнутыми*. Примерами подобных систем могут служить магазины, кассы вокзалов, портов, станции железных дорог и др. Для этих систем поступающий поток требований можно считать неограниченным.

В системах с *отказами* поступившее требование, застав все каналы занятыми, покидает систему. Классическим примером системы с отказами может служить Работа автоматической телефонной станции или необнаружение покупателем нужного товара в магазине (на складе).

В системах *смешанного* типа поступившее требование, застав все каналы занятыми, становятся в очередь и ожидают обслуживания в течение ограниченного времени. Не дождавшись обслуживания в установленное время, требование покидает систему.

Характеристики СМО. Перечень характеристик систем массового обслуживания, используемых при их проектировании и анализе можно представить следующим образом:

- средние времена обслуживания, ожидания в очереди, простоя каналов и пребывания в СМО;
- число занятых и свободных каналов;
- средняя длина очереди и число заявок в СМО;
- количество каналов обслуживания;
- интенсивности входного потока заявок, обслуживания и нагрузки;
- коэффициенты нагрузки и загрузки каналов;

- абсолютная и относительная пропускная способность;
- доли времени простоя СМО, обслуженных заявок и потерянных заявок.

5.4. Входящий поток требований

Изучение СМО начинается с анализа входящего потока требований. Он представляет собой совокупность требований, которые поступают в систему и нуждаются в обслуживании. Входящий поток требований изучается с целью установления закономерностей этого потока и дальнейшего улучшения качества обслуживания. В большинстве случаев входящий поток неуправляем и зависит от ряда случайных факторов.

Случайным потоком называется *неубывающая последовательность неотрицательных случайных моментов времени, каждый из которых может быть представлен как момент поступления соответствующего требования*.

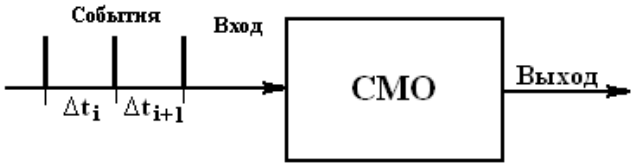


Рис.5.2. Входящий поток системы массового обслуживания: Δt_i – интервал времени между двумя требованиями.

Среднее число требований, поступающих в систему обслуживания за единицу времени, называется *интенсивностью поступления требований* и определяется следующим соотношением:

$$\lambda = \frac{1}{T}, \quad (5.1.)$$

где $T = \sum_{k=1}^{N} \Delta t_i / N$- среднее значение интервала между поступлением k-ого и

k+1 – ого соседних требований; N- количество требований на интервале исследования, рис.5.2.

Пусть t - момент прибытия заявки на обслуживание. Требование начинает немедленно обслуживаться, если СМО не занята. Для описания распределения времени поступления заявок на обслуживание используют показательную (экспоненциальную) функцию плотности

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad (5.2.)$$

с функцией распределения

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (5.3.)$$

и начальными моментами

$$f_k = k! / \lambda^i \ , k = 1, 2, \ldots . \quad (5.4).$$

Такой поток называется *простейшим.* Простейший поток обладает такими важными свойствами:

- *стационарность;*
- *ординарность;*
- *отсутствие последействия.*

Поток событий называется *стационарным*, если вероятность попадания того или иного числа событий в интервале времени Δt_i зависит только от величины этого интервала и не зависит от того, где именно на оси времени расположен этот интервал.

Поток событий называется *ординарным*, если вероятность попадания на элементарный интервал Δt_i двух или более событий пренебрежимо мала в сравнении с вероятностью попадания одного события. Ординарность означает, что Поток прореженный, т.е. между любыми двумя событиями есть временной интервал.

Условная плотность распределения остатка времени обслуживания определяется по формуле

$$f(t/\tau) = f(t+\tau)/(1- F(\tau) = \lambda e^{-\lambda(t+\tau)}/\lambda e^{-\lambda\tau} = \lambda e^{-\lambda t}, \quad (5.5)$$

где τ- истекшее с момента поступления требования время.

Предположим, что поступающие требования обрабатываются без ожидания в обслуживающем устройстве. В правую часть уравнения (5.5) не входит время, истекшее после поступления требования τ. Поэтому время обслуживания требований в случае показательного распределения длительности их поступления на малом интервале не зависит от уже прошедшего с момента времени их прихода (положения этого интервала на оси времени). Это *свойство отсутствия последействия* потока требований с показательным распределением.

В силу особенностей показательного распределения (простейший поток) длительность остающейся части обслуживания не зависит от того, как долго уже продолжалось обслуживание до момента τ . Так как поток требований простейший, то прошлое не влияет на то, как много требований появится после момента τ.

Наконец, длительность обслуживания требований, появившихся после τ, никак не зависит от того, что и как обслуживалось до момента τ.

Такие случайные процессы, для которых будущее развитие зависит только от достигнутого в данный момент состояния и не зависит от того, как происходило развитие в прошлом, называются *процессами Маркова,* или же *процессами без последействия.*

Отмеченные уникальные свойства показательного распределения делают его исключительно удобным в аналитических выкладках, связанных с описанием процессов обслуживания. Реально такому распределению подчиняется только длительность телефонных разговоров. С другой стороны, процессы поступления требований часто имеют близкое к показательному распределение интервалов между соседними поступлениями. В особенности это относится к потокам редких событий, число которых описывается распределением Пуассона: вероятность $P_k(t)$ того, что в обслуживающую систему за время t поступит k требований:

$$P_k(t) = e^{-\lambda \cdot t}(\lambda \cdot t)^k / k!. \quad (5.5)$$

Наличие пуассоновского потока требований можно определить статистической обработкой данных о поступлении требований на обслуживание. Одним из признаков закона распределения Пуассона является *равенство математического ожидания*

случайной величины и дисперсии этой же величины.

На практике условия простейшего потока не всегда строго выполняются. Час-то имеет место нестационарность процесса (в различные часы дня и различные дни месяца поток требований может меняться, он может быть интенсивнее утром или в последние дни месяца). Существует также наличие последействия, когда количество требований на отпуск товаров в конце месяца зависит от их удовлетворения в начале месяца. Наблюдается и явление неоднородности, когда несколько клиентов одновременно пребывают на склад за материалами.

В действительности иногда имеют место распределения фазового типа, порождающиеся системой подлежащих прохождения фаз обслуживания с показательно распределенной длительностью в каждой.

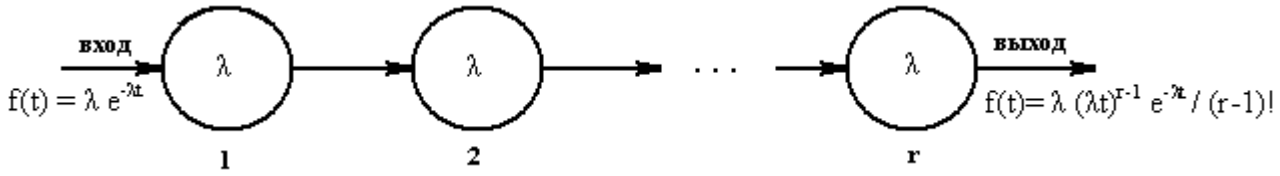
Распределение Эрланга r-ого порядка с плотностью

$f(t)= \lambda (\lambda t)^{r-1} e^{-\lambda t} / (r-1)!$, (5.6)

где r- количество фаз обслуживания (устройств), каждое из которых имеет показательно распределенную длительностью пребывания λ.

Это распределение порождается последовательным прохождением исходного показательного распределения через r устройств с таким же распределением длительности пребывания в каждом, рис.5.3., - искажение исходного показательного распределения другими показательными распределениями. Оно-двухпараметрическое, причем параметр r должен быть целым. Дисперсия распределения Эрланга $D=1/\lambda^2$.

Рис. 5.3. Порождение распределения Эрланга.



Одной из важнейших характеристик обслуживающих устройств, которая определяет пропускную способность всей системы, является *время обслуживания***.**

Время обслуживания одного требования $(t_{обс})$ - случайная величина, которая может изменяться в большом диапазоне. Она зависит как от стабильности работы самих обслуживающих устройств, так и от различных параметров, поступающих в систему, требований (к примеру, различной грузоподъемности транспортных средств, поступающих на погрузку или выгрузку) .

Случайная величина $t_{обс}$ полностью характеризуется законом распределения, который определяется на основе статистических испытаний.

На практике чаще всего принимают гипотезу о показательном законе распределения времени обслуживания $t_{обс}$. Показательный закон распределения времени обслуживания имеет место тогда, когда основная масса требований обслуживается быстро, а продолжительное обслуживание встречается редко. При показательном законе распределения времени обслуживания вероятность $P_{t\_обс}$ того,

что время обслуживания продлиться не более чем t, равна:

$$P_{t\_обс}(t) = 1 - e^{-\nu \cdot t}, \quad (5.7)$$

где ν - интенсивность обслуживания одного требования одним обслуживающим устройством, которая определяется из соотношения:

$$\nu = 1 / \bar{t}_{обс}, \quad (5.8)$$

где $\bar{t}_{обс}$ - среднее время обслуживания одного требования одним обслуживающим устройством.

Следует заметить, что если закон распределения времени обслуживания показательный, то при наличии нескольких параллельно работающих обслуживающих устройств одинаковой мощности закон распределения времени обслуживания несколькими устройствами будет также показательным:

$$P_{t\_\text{“‡–}}(t) = 1 - e^{-n \cdot \nu \cdot t}, \quad (5.9)$$

где n - количество обслуживающих устройств.

Важным параметром СМО является *коэффициент загрузки* α, который определяется как отношение интенсивности поступления требований λ к интенсивности обслуживания ν.

$$\alpha = \lambda / \nu, \quad (5.10)$$

где a - коэффициент загрузки; λ - интенсивность поступления требований в систему; ν - интенсивность обслуживания одного требования одним обслуживающим устройством.

Если преобразовать зависимости (5.1) и (5.2), коэффициент загрузки примет вид

$$\alpha = \lambda \cdot \bar{t}_{обс} \quad (5.11)$$

и покажет количество требований, поступающих в систему обслуживания за средне время обслуживания одного требования одним устройством.

Для СМО с ожиданием количество обслуживаемых устройств n должно быть строго больше коэффициента загрузки (требование установившегося, или стационарного режима работы СМО) :

$$n \rangle \alpha. \quad (5.12)$$

В противном случае число поступающих требований станет больше суммарной производительности всех обслуживающих устройств и очередь будет неограниченно расти.

Для СМО с отказами и смешанного типа это условие может быть ослаблено, для эффективной работы этих типов СМО достаточно потребовать, чтобы минимальное количество обслуживаемых устройств n было не меньше коэффициента загрузки α: $n \geq \alpha$.

Методы теории цепей Маркова позволяют заключить, что при $\rho \geq m$ с течением времени очередь стремится к ∞.

Поясним полученный результат на нескольких практических примерах, которые покажут, что обычные в практической деятельности подсчеты, основанные на чисто арифметических соображениях, при которых не учитывается специфика случайных колебаний в поступлении требований на обслуживание, приводят к серьезным

просчетам.

Пусть служба диспетчера приемного пункта (весы, бухгалтерия, контроль качества, разгрузка) элеватора успевает обслужить автотранспорт с зерном в среднем за 30 минут. Планирующие органы из этого обычно делают вывод: за восьмичасовой рабочий день диспетчер должен принимать 16 транспортных средств. Однако транспортные средства приходят в случайные моменты времени. В результате при таком подсчете пропускной способности приемного пункта к нему неизбежно скапливается очередь, так как при проведенном подсчете ρ=1.

Те же заключения относятся и к расчету числа коек в больницах, числа работающих касс в магазинах, числа официантов в ресторанах и т. д. К сожалению, некоторые проектировщики совершают такую же ошибку и при расчете погрузочных средств на складах, числа причалов в морских портах и т.п.

5.5. Генерация случайных чисел

Практическое имитационное моделирование требует большого количества случайных чисел (интервалы между требованиями, длительность обслуживания, время ожидания, время отказа и т.д.).

Первичные данные для получения распределений входных переменных должны быть получены путем наблюдений за работой реальных объектов – при управлении с помощью модели или путем анализа собранной информации о процессах – при разработке нового объекта. В модели случайные числа могут использоваться или непосредственно с реального объекта, например поток автомобилей на входе элеватора, либо с помощью генераторов случайных чисел.

Применение случайных чисел с реального объекта обеспечивает наилучшее приближение к фактически наблюдаемому процессу, но при этом:

- не гарантируется типичность данных в данный период относительно других периодов времени;
- длительность моделируемого процесса ограничивается длительностью реального процесса;
- модель лишается прогностической силы, поскольку входные данные ограничены;
- исключаются методы оперативного анализа результатов и корректировки плана проведения эксперимента.

В практической деятельности непосредственное использование случайных чисел с объекта используется только для настройки модели. В основном для формирования нужного распределения применяются генераторы случайных чисел.

Применение случайных чисел с требуемым законом распределения обычно выполняется в два этапа:

Формирование физическим или программным методом случайного числа U_i, равномерно распределенного на интервале [0, 1], i = 1, 2, …;

2. Программный переход от U_i к случайному числу X_i, имеющему требуемое распределение $F_X(x)$.

Генераторы оценивают по качеству формируемой последовательности, быстродействию, трудоемкости инициализации, машинной независимости, простоте и

понятности для пользователя.

Физические и программные генераторы. Равномерное распределенное на [0, 1] случайное число представляется в компьютере в двоичной форме в виде n-разрядной последовательности нулей и единиц, причем в каждом разряде нуль или единица должны наблюдаться с вероятностью 0.5.

Физические датчики равномерно распределенных на [0, 1] чисел состоят из n идентичных по своим параметрам триггеров со счетным входом, каждый из которых регистрирует независимый поток импульсов от счетчика радиоактивных частиц или шумовые выбросы электронной лампы. Такой поток можно считать простейшим, т.е. его распределение подчинено показательному закону.

Достоинством физических генераторов являются истинная случайность получаемых чисел и исключение затрат процессорного времени компьютера на генерацию случайных чисел. Кроме того, работа датчика нуждается в периодической аппаратурной поверке.

Программные генераторы генерируют псевдослучайные числа. Для этого разрабатывается специальная программа для компьютера, которая вырабатывает случайные числа на интервале [0, 1]. Программные генераторы имеют следующие преимущества:

- отсутствие дополнительного оборудования;
- возможность повторения прогона с той же последовательностью случайных чисел с целью контроля вычислений, уменьшения дисперсии или сравнительного анализа вариантов;
- отсутствие необходимости периодической проверки генератора.

В настоящее время почти всегда используются программные генераторы. Для генерирования случайного числа используют, например, функцию

$U_{k+1}=(\mu U_k + c) \pmod M$, $k = 0, 1, \ldots$, (5.13)

где k- очередное число;

$M = 2^n$; n- разрядность генерируемого числа;

$U_{k=0}$ – произвольное начальное число, например 13852674;

μ- мультипликативная константа, рекомендуется:

$$\mu \pmod 8 = 5;\ M/100 < \mu < M - M^{0.5}.$$

Метод обратной функции. Универсальным способом перехода к требуемому распределению F(x) случайной величины является метод обратной функции. На рис.5.4. показана его графическая реализация.

Реализуется случайное число U, равномерно распределенное на интервале

[0, 1). Оно подставляется в функцию распределения F(x), которая описывает процесс. Из уравнения функции F(x) = U определяется

$X = F^{-1}(U)$ (5.14)

и тем самым находится искомая величина случайной величины данного распределения.

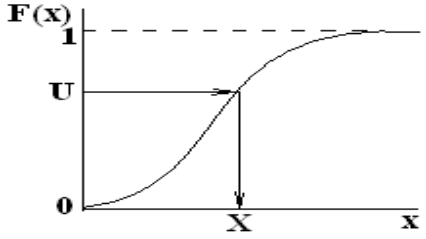


Рис.5.4. Метод обратной функции: U-случайное число, равномерно распределенное на интервале [0, 1].

Таким образом, по методу обратной функции необходимо составить программу вычислений, которая генерирует случайное число (5.13), равномерно распределенное на интервале [0, 1) и вычисляет обратную функцию распределения (5.14). Функции распределения F(x) рассчитываются методами, приведенными в главе 2.

Для некоторых распределений, имеющих удобный аналитический вид обратной функции заранее известен путь алгебраического решения уравнений (5.13) и (5.14). Например, для показательной функции распределения

$$F(x) = 1- e^{-\lambda x}$$

уравнение (5.14) для генератора будет иметь вид: $X=- \ln U/\lambda$.

Некоторые типы подобных генераторов, аналитические функции (5.14) которых можно определить заранее, приведены в таблице 5.1.

Многие современные пакеты для решения статистических и математических задач предлагают как готовые аппроксимации функций распределения и им обратных, так и средства для их нахождения. Решение уравнения типа (5.14) требует большого машинного времени (это приходится делать сотни и тысячи раз за один прогон), особенно если нет аналитической формы. Поэтому широко применяются различные приближенные методы, использующие кусочно-линейные аппроксимации обратной функции.

Для дискретных распределений непрерывная функция случайных величин заменяется кумулятивной функцией. Наиболее употребительные дискретные распределения приведены в таблице 5.2.

Метод последовательных сравнений является дискретным аналогом метода обратной функции. Он заключается в переборе значений X, пока не окажется

$$F(X-1) = \sum_{i<X} p_i < U \le \sum_{i\le X} p_i ,$$

где $p_i = F(i) – F(i-1)$.

Например, Пуассоново распределение формируется по следующему алгоритму:

X=0; b = exp (-λ); s=b.

Сформировать равномерное распределение U.

Пока U > s, выполнять

X= X + 1; b = b * b(λ/X); s = s + b.

Конец цикла.

Вернуть X. Конец расчета.

Таблица 5.1. Аналитические функции для генерирования случайных чисел.

Тип функции распределения	Функция распределения F(x)	Вид генератора $X=F^{-1}(U)$
Показательная	$1- e^{-\lambda x}$	$- \ln U/\lambda$.
Релея	$1- e^{-x^2/2\sigma^2}$	$\sigma (-2\ln U)^{0.5}$
Вейбулла	$1- e^{-x^k/T}$	$\sigma (-T \ln (1-U))^{1/k}$
Коши	$0.5 - 1/\pi \arctan (x - \lambda)/\sigma$	$\sigma \tan (\pi (U-0.5))+\lambda$
Логистическое	$1/(1+e^{-(x-a)/b})$	$a - b \ln (1/U-1)$

Треугольное на [0, a]	$2(x- x^2/ 2a)/a$	$a (1- (1- U)^{0.5}$
Парето	$1- (b / x)^{\alpha}$	$b/ (1- U)^{1/\alpha}$

Таблица 5.2. Дискретные распределения

Тип функции распределения	Параметры	Плотность распределения вероятности P(X=i)	Диапазон
Пуассоново (λ)	$\lambda > 0$	$\lambda^i e^{-\lambda}/i!$	$i \geq 0$
Биноминальное (n, p)		$\binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}$	$i = \overline{0,n}$
Отрицательное биноминальное(n, p)	n>=1	$\binom{n+1-i}{i} p^i (1+p)^{n+i}$	$i \geq 0$
Логарифимический ряд (λ)	$0 < \lambda < 1$	$-\lambda / i \ln(1-\lambda)$	$i \geq 1$
Геометрическое (p)	$0 < \lambda < 1$	$p(1-p)^{i-1}$	$i \geq 1$

5.6. Элементы имитационной модели

Имитационная модель состоит из взаимодействующих элементов:

- состояний;
- событий;
- генераторов случайных чисел;
- таймеров;
- цепей событий;
- цели моделирования;
- счетчиков;
- блока инициализации;
- критерия остановки;
- методов обработки результатов.

Состояние системы (объекта, процесса, СМО) определяется со степенью детализации необходимой и достаточной для продолжения процесса моделирования: процесс должен быть сведен к *Марковскому*. Состояние СМО задается текущим числом заявок в ней, фазами текущего обслуживания (прибытия) и моментами наступления ближайших событий каждого вида.

Под *событием* модели понимается скачкообразного состояния. События могут быть первичными (прибытие заявки, завершение обслуживания) и вторичными (по отношению к прибытию – прием заявки, продвижение очереди), которые наступают как следствие первичных.

С помощью *генераторов случайных чисел* в модели формируются ее очередные состояния (моменты наступления следующих первичных событий каждого вида). Случайные величины генерируются в соответствии с заданным распределениями.

Имитируемый процесс развивается в модельном (системном) времени.

Счетчик модельного времени называется *таймером*.

Наиболее сложные процессы моделируются упрощенно: с *постоянным шагом* по оси системного времени. Постоянный шаг используется также при решении дифференциальных уравнений.

Другим способом является *событийное задание времени*, когда оно меняется скачкообразно при наступлении событий. Функционирование любого процесса разбивается на этапы (активные фазы), каждый из которых соответствует некоторому событию и реализуется в один момент системного времени. Между смежными активными фазами находится пассивная, в которой с данным процессом ничего не происходит, но может произойти любое число событий других процессов. Событие может изменить значение текущих атрибутов, создать или уничтожить сущность, начать или прекратить активность. Моделирование требует программы, которая выстраивает последовательность событий в из взаимной зависимости.

Логика модели реализуется в процессе обработки *цепей событий*.

Цепи событий могут быть:

- *цепи текущих событий;*
- *цепи будущих событий;*
- *цепи задержанных событий*.

В *цепи текущих событий* находятся события, которые наступают в один момент модельного времени (уход из системы обслуживания, продвижение очереди и т.п.). Последовательность их обработки строго определена.

В *цепи будущих событий* находятся события, запланированные генератором случайных сигналом на последующие моменты времени (завершение обслуживания в других каналах, прибытие очередных заявок, уход из канала и т.п.).

В *цепи задержанных событий* находятся события, развитие которых заблокировано сложившимися в системе на данный момент модельного времени условиями (например, занятостью необходимых ресурсов). Могут использоваться и другие цепи событий, определяемые спецификой конкретной модели.

Под *инициализацией* понимается приведение модели до начала прогона в исходное (нулевое) состояние для обеспечения воспроизводимости результатов. Для этого обнуляют счетчики и генераторы случайных чисел.

Цель моделирования при построении модели трактуется в узком смысле – как определение показателей качества функционирования системы. Целью может быть, например, подсчет времени ожидания, подсчет производительности и т.п.). Выбор цели существенно влияет на структуру модели через счетчики, необходимые для накопления результатов моделирования.

Показатели качества функционирования модели зависят от ее выхода на стационарные характеристики работы (установившимися при устремлении к бесконечности системного времени). Результаты, накопленные за время переходного процесса будут вносить погрешности в конечный результат моделирования.

Критерий останова определяет момент прекращения прогона модели. В простейшем случае прогон прекращается по достижении заданного времени таймером, счетчика числа обслуженных заявок и т.п. Более правильным управлять прогоном по достижении заданной точности одного из показателей.

Обработка результатов моделирования состоит в сжатии получаемой информации, вычислении статистических оценок (математического ожидания,

статистической значимости различия средних, построения гистограмм и статистических функций распределения). Дополнительно к этому необходимо вывести результаты на печать и в архив.

5.7. Средства описания поведения объектов

Имитационная модель является, как правило, динамической модели, отражающей последовательность протекания элементарных процессов и взаимодействие отдельных элементов по оси "модельного" времени t_M.

Процесс функционирования объекта в течение некоторого интервала времени. Т можно представить как случайную последовательность дискретных моментов времени t_{iM} . В каждый из этих моментов происходят изменения состояния элементов объекта, а в промежутке между ними никаких изменений состояния не происходит.

При построении формализованной схемы процесса должно выполняться следующее рекуррентное правило: *событие, происходящее в момент времени t_{iM}, может моделироваться только после того, как промоделированы все события, происшедшие в момент времени t_{i-1M}*. В противном случае результат моделирования может быть неверным. Реализация этого правила может проводиться различными способами.

1. *Повременнее моделирование с детерминированным шагом Δt*. При повременном моделировании с детерминированным шагом алгоритм одновременно просматривает все элементы системы через достаточно малые промежутки времени Δt и анализирует все возможные взаимодействия между элементами. Способ моделирования с детерминированным шагом состоит из совокупности многократно повторяющихся действий:

- на i-ом шаге в момент t_i просматриваются все элементы объекта и определяется, какие из них изменяют свое состояние в этот момент;
- моделируются все изменения состояния, которые происходят в момент t_i;
- производится переход к (i + 1)-му шагу, который выполняется в момент $t_{i+1} = t_i + \Delta t$.

“Принцип Δt “ является наиболее универсальным принципом построения моделирующих алгоритмов, охватывающим весьма широкий класс реальных сложных объектов и их элементов дискретного и непрерывного характера.

Вместе с тем этот принцип весьма неэкономичен с точки зрения расхода времени работы ЭВМ - в течение длительного периода ни один из элементов системы может не изменить своего состояния и прогоны будут совершаться впустую.

2. *Повременное моделирование со случайным шагом* (моделирование по "особым" состояниям). При рассмотрении большинства сложных систем можно обнаружить два типа состояний системы:

1) обычные (не особые) состояния, в которых система находится большую часть времени,

2) особые состояния, характерные для системы в некоторые моменты времени, совпадающие с моментами поступления в систему воздействий из окружения, выхода одной из характеристик системы на границу области существования и т.д.

Например, станок работает — обычное состояние, станок сломан — особое состояние. Любое скачкообразное изменение состояния объекта может рассматриваться при моделировании как переход в новое "особое" состояние.

Длительность шага Δt — величина случайная. Этот способ отличается от "принципа Δt " тем, что включает процедуру определения момента времени, соответствующего ближайшему особому состоянию по известным характеристикам предыдущих состояний.

3. *Позаявочный способ*. При моделировании процессов обработки последовательно идущих заявок иногда удобно строить моделирующие алгоритмы позаявоч-ным способом, при котором прослеживается прохождение каждой заявки (детали, носителя информации) от ее входа в систему и до выхода ее из системы.

После этого алгоритм предусматривает переход к рассмотрению следующей заявки. Такого рода моделирующие алгоритмы весьма экономны и не требуют специальных мер для учета особых состояний системы. Однако этот способ может использоваться только в простых моделях.

Основным средством спецификации поведения объектов могут быть:

- *переменные;*
- *таймеры;*
- *стейтчарты.*

Переменные - входные и внутренние параметры системы, отражают изменяющиеся характеристики объекта. Они являются переменными аналитических формул, алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем. Некоторые переменные не изменяются в процессе моделирования, они задаются в виде табличных данных (параметров) перед проведением каждого эксперимента.

Таймер- блок моделирующей системы, определяющий интервал времени работы определенной ее части. Таймер можно определять (назначать) для неограниченного количества подсистем моделирующей системы на определенный интервал времени и по окончании этого интервала выполнять заданное действие – переход, расчет, визуализация результата и т.д.

Стейтчарт – блок моделирующей системы позволяет осуществлять переходы объекта из предыдущего состояния в новое состояние под воздействием событий и условий. Любая сложная логика поведения объекта во времени под воздействием событий и условий может быть выражена с помощью комбинации стейт-чартов, дифференциальных, алгебраических уравнений, переменных, таймеров и программного кода.

Алгебраические и дифференциальные уравнения, как и логические уравнения, записываются в модели аналитически и выполняются с помощью одного из современных объектно-ориентированных языков программирования. В действительности разработчик модели не создает полные программы на определенном языке, а лишь вставляет фрагменты кода (формулы, уравнения, переменные) и т.д. в специально предусмотренные для этого поля. Эти фрагменты выражают логику работы конкретных шагов или действий в модели. Но в любом случае включаемые в модель фрагменты должны быть синтаксически правильной конструкцией конкретного языка, поэтому разработчик (не пользователь) модели должен иметь представление об этом языке.

Особенностью имитирующих моделей является имитация нескольких параллельно протекающих процессов (как в действительности). При этом время протекания для параллельных процессов единое для всей системы. Это должно быть

организовано так, чтобы никаких дополнительных усилий для этого от разработчика не требовалось.

Модельное, физическое и виртуальное время. Модельное(системное) время- это условное логическое время, в единицах которого определено поведение всех объектов модели. Модельное время может изменяться непрерывно, если поведение объекта описывается дифференциальными уравнениями, или дискретно, если в модели присутствуют только дискретные события – от момента наступления одного события до момента наступления другого события. Единица модельного времени интерпретируется как любой отрезок времени: секунда, минута, час, год. При интерпретации модельное время может быть умножено на любой коэффициент.

Физическое время- это время, затрачиваемое компьютером на имитацию действий, которые должны быть выполнены в модели в течение одной единицы модельного времени. Оно зависит от многих факторов, в частности от количества параллельно осуществляемых процессов, быстродействия компьютера, совершенства программы. Между модельным и физическим временем для данной модели существует определенное соотношение.

Виртуальное время. В режиме виртуального времени компьютер работает с максимальной скоростью без привязки к физическому времени.

Средства анимации позволяют пользователю создать виртуальный мир (совокупность графических образов, живую мнемосхему и т.д.), управляемый динамическими параметрами модели, по законам, определенным пользователем с помощью уравнений и логики моделируемых объектов. Визуальное представление объектов помогает пользователю проникнуть в суть процессов, происходящих в системе.

5.8. Имитационное моделирование стохастических объектов методом Монте-Карло

Метод Монте-Карло- это численный метод решения математических задач при помощи моделирования случайных величин. Само название «Монте-Карло» происходит от города в княжестве Монако, знаменитого своим игорным домом.

Идея метода состоит в следующем. Вместо того чтобы описывать процесс с помощью аналитического аппарата (дифференциальных или алгебраических уравнений), производится «розыгрыш» случайного явления с помощью специально организованной процедуры, включающей в себя случайность и дающей случайный результат. В действительности конкретное осуществление случайного процесса складывается каждый раз по-иному; так же и в результате статистического моделирования мы получаем каждый раз новую, отличную от других реализацию исследуемого процесса.

Это множество реализаций можно использовать как некий искусственно полученный статистический материал, который может быть обработан обычными методами математической статистики. После такой обработки могут быть получены любые интересующие нас характеристики: вероятности событий, математические ожидания и дисперсии случайных величин и т. д.

Алгоритм исполнения метода Монте-Карло.

1. Подготовка данных для модели- получение теоретических распределений входных параметров объекта;

2. Ввод теоретических распределений параметров объекта в программу;

3. Задание критерия останова работы программы моделирования;

4. Генерация случайного числа для каждого входного параметра объекта в соответствии с их теоретическими распределениями, см. раздел 5.5.;

5. Прогон модели по каждой генерации случайных чисел;

6. Сбор статистического материала по результатам моделирования- функции цели и промежуточных параметров модели по каждой генерации;

7. Если критерий останова достигнут, то необходимо расчеты прекратить (стоп), в противном случае продолжить, вернуться к п.4.

8. Расчет статистических характеристик: математического ожидания, средних значений и моментов для функции цели и промежуточных параметров модели;

9. Конец расчета.

Критерием останова могут быть:

- количество случайных чисел по каждому входному параметру;
- время расчета;
- абсолютное значение функции;
- скорость изменения целевой функции.

При моделировании случайных явлений методом Монте-Карло мы пользуемся самой случайностью как аппаратом исследования, заставляем ее «работать на нас».

Нередко такой прием оказывается проще, чем попытки построить аналитическую модель. Для сложных операций, в которых участвует большое число элементов (машин, людей, организаций, подсобных средств), а случайные факторы сложно переплетены, где процесс - явно не Марковский, метод статистического моделирования, как правило, оказывается проще аналитического (а нередко бывает и единственно возможным).

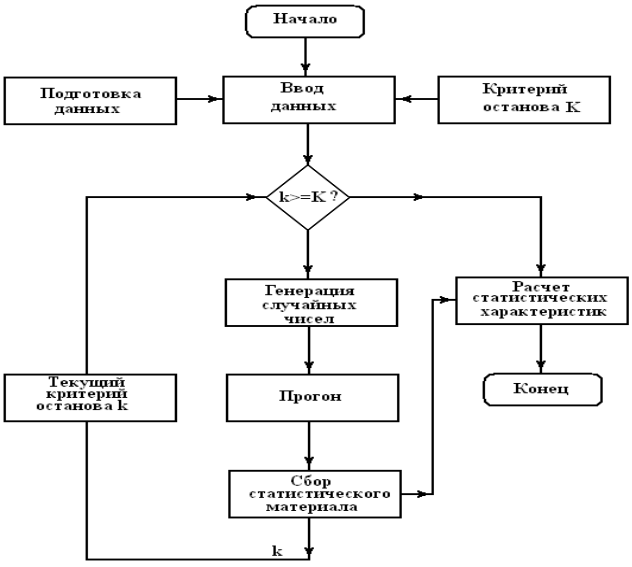


Рис. 5.5. Алгоритм моделирования методом Монте-Карло.

Первая особенность метода - простая структура вычислительного алгоритма, вторая - погрешность вычислений, как правило, пропорциональна D/N2, где D -

некоторая постоянная, N - число испытаний. Отсюда видно, что для того чтобы уменьшить погрешность в 10 раз нужно увеличить N (т. е. объем работы) в 100 раз. Ясно, что добиться высокой точности таким путем невозможно. Поэтому обычно говорят, что метод Монте - Карло особенно эффективен при решении тех задач, в которых результат нужен с небольшой точностью (5-10%).

В задачах исследования операций метод Монте-Карло применяется в трех основных случаях:

- при моделировании сложных, комплексных операций, где присутствует много взаимодействующих случайных факторов;
- при проверке применимости более простых, аналитических методов и выяснении условий их применимости;
- в целях выработки поправок к аналитическим формулам типа «эмпирических формул» в технике.

Библиографический список

Гордеев, Александр Сергеевич. Моделирование в агроинженерии [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Гордеев, Александр Сергеевич. - 2-е изд. ; испр. и доп. - СПб. : Лань, 2021. - 384 с.

Гордеев А.С. Моделирование в агроинженерии 2021 г. Режим доступа::http//e.lanbok.com ЭБС «Лань».

1. Концепция развития аграрной науки и научного обеспечения агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2025года. М.: ОНО «Типография Россельхозакадемия», 2020. – 45с.

Механизация и технология животноводства [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 311300 "Механизация сельского производства" / В.В. Кирсанов, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич и др. - М. : КолосС, 2021. - 584 с

Механизация и технология животноводства [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Механизация сельского производства" (направление 110800 "Агроинженерия") / В.В. Кирсанов, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич, В.В. Шевцов, Р.Ф. Филонов . - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 585 с.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра Эксплуатация машинно-тракторного парка

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Методические рекомендации
для проведения практических занятий со студентами,

обучающимися по основной образовательной программе – МАГИСТРАТУРА,
направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Направленности (профили) образовательных программм:
«Цифровые технические системы в агробизнесе», «Электрооборудование и электротехнологии»

Формы обучения: очная и заочная

Рязань 2024

УДК 65(075.8)
ББК 65.290

Инвестирование научно-прикладных проектов в агроинженерии: методические рекомендации для проведения практических занятий со студентами, обучающимися по основной образовательной программе – магистратура, направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия подготовлены:

Доцентом, к.т.н. Богданчиков Илья Юрьевич

Методические рекомендации подготовлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) поколения 3++ по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (квалификация (степень) «магистр») и предназначены для студентов очной и заочной форм обучения направленностей (профилей) образовательных программ: «Цифровые технические системы в агробизнесе», «Электрооборудование и электротехнологии» по дисциплине «Оценка эффективности инвестиционных проектов».

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании кафедры Эксплуатация машинно-тракторного парка
«20» марта 2024 г. Протокол № 8.

Зав. кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ Бачурин А.Н.
(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Содержание

Введение …… 4
Практическое занятие по разделу 2.
Инвестиционное проектирование в агроинженерии……. 6
Практическое занятие по разделу 3.
Основные этапы управления реализацией научно-прикладного проекта
в агроинженерии……. 16
Практическое занятие по разделу 4.
Управление рисками и последствиями научно-прикладных проектов
в агроинженерии…….. 20
Практическое занятие по разделу 5.
Финансовое обеспечение научно-прикладных проектов
в агроинженерии…….. 24
Список литературы …….. 35
Приложения …….. 36

Введение

Дисциплина «Оценка эффективности инвестиционных проектов» в базовую часть модулей. Обеспечивающими дисциплинами для курса «Оценка эффективности инвестиционных проектов» являются дисциплины профессионального цикла предыдущей ступени высшего профессионального образования. Дисциплина, в свою очередь, является пререквизитом для следующих учебных курсов:

- по профилю образовательной программы «Технические системы в агробизнесе»: «Патентоведение и защита технической информации», «Проектирование и испытания машин и оборудования для животноводства», «Технология машиностроения»;
- по профилю образовательной программы «Электрооборудование и электротехнологии»: «Патентоведение и защита технической информации», «Моделирование и оптимизация эксплуатационно-технологических процессов в электроэнергетике»;

Цель дисциплины – научить основным направлениям и современным подходам инвестирования научно-прикладных проектов в агроинженерии.

Задачи дисциплины:

- формирование способности самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области инвестирования научно-прикладных проектов в агроинженерии;
- формирование способности анализировать и прогнозировать экономические эффекты и последствия развития науки и производства в агроинженерии и вести поиск решений в сфере управления реализацией научно-прикладного проекта, управления рисками и финансовым обеспечением;
- формирование способности при подготовке инвестирования научно-прикладных проектов рассчитывать и оценивать условия и последствия (в том числе экологические) принимаемых организационно - управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения высокоточных технологий производства сельскохозяйственной продукции.

Практические занятия по данной дисциплине полностью охватывают контактную работу преподавателя со студенческой аудиторией как в рамках очной (18 часов), так и заочной (6 часов) форм обучения. В данной связи уделяется особое внимание рациональному распределению времени как на самих практических занятиях по разделам 2-5, так и при подготовке студентов уровня «магистратура» к занятиям.

Практическое занятие по разделу 2.

ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Цель и задачи практического занятия

Цель проведения практического занятия по указанному разделу – научить студентов уровня «магистратура» понимать современные особенности инвестиционного проектирования и применять полученные знания в рамках разработки научно-прикладных проектов в агроинженерии.

Настоящее практическое занятие направленно на формирование компетенции в рамках которой предусматривается владение методами анализа и прогнозирования экономических эффектов и последствий реализуемой и планируемой деятельности. В данной связи, по завершению данного занятия студенты должны:

Методические указания к проведению занятия

В рамках данного практического занятия запланировано три вида работы со студентами: устный опрос в рамках аналитических вопросов и заданий, тестирование по темам 1-2 и решение расчетных задач.

Для проведения устного опроса студенты должны предварительно подготовиться к нему, ответив на предложенные аналитические вопросы и выполнив задания. В ходе опроса обсуждению подлежат вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения. Опрос проводится преподавателем фронтально, в него вовлекаются все студенты, присутствующие на занятии. В ходе опроса предполагается краткое обсуждение проблем, изученных в данном разделе. Аналитические вопросы и задания разделены по трем группам сложности, что соответствует пороговому уровню освоения учебного материала студентами в рамках текущего контроля. По результатам опроса преподаватель может оценить пороговый уровень усвоения материала опрошенных студентов на «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». В случае отказа от ответа на вопрос преподавателя по минимальному уровню, либо неправильного ответа на вопросы минимального порогового уровня знаний, умений и навыков, предусмотренных настоящим разделом дисциплины, оценка по данному виду работы у студента является неудовлетворительной. В случае отсутствия студента на занятии его знания аналитической части материала по данному разделу не засчитываются.

Тестирование проводится преподавателем в соответствии с требованиями ФГОС на бумажном носителе. Тесты разделены по трем группам сложности, что соответствует пороговым уровням освоения учебного материала тестируемых студентов на «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Критерии оценки тестов и соотношения возможных вариантов правильных ответов в рамках каждого блока представлены в приложении 2 к настоящим методическим указаниям.

Решение расчетных задач предполагает развитие навыков студента уровня «магистратура» в рамках изучения настоящего раздела. Задачи распределены по трем группам сложности (по порядку №1, №2, №3), что соответствует пороговым уровням освоения учебного материала тестируемых студентов на «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Задача должна быть решена правильно и объяснена по ходу всего решения. При этом, обучающийся может пользоваться дополнительными материалами теоретического плана (лекции, учебные пособия) с разрешения преподавателя.

Критерии оценки выполнения практического занятия в целом представлены в приложении 1 к настоящим методическим указаниям.

Продолжительность всех видов работ на практическом занятии определяется требованием, изложенным в ФОСах по данной дисциплине, а его частота зависит от количества выделенного времени в рамках заочной или очной форм обучения, определенных учебным планом и закрепленных в рабочей программе.

Аналитические вопросы и задания

1. Насколько формализован бизнес-план как экономический документ?
2. Определите процесс бизнес-планирования.
3. В чем назначение бизнес-плана научно-прикладного проекта?
4. Охарактеризуйте систему бизнес-планирования.
5. Охарактеризуйте значение резюме как раздела бизнес-плана.
6. Определите процесс инвестиционного проектирования.
7. Охарактеризуйте маркетинговую стадию инвестиционного проектирования.
8. Каково содержание производственно-технической стадии инвестиционного проектирования?
9. Охарактеризуйте финансово-оценочную стадию инвестиционного проектирования.
10. Охарактеризуйте цели инициаторов научно-прикладного проекта — как частного лица, так и компании.
11. Условия применения *SWOT*-анализа в маркетинговом обосновании научно-прикладного проекта?
12. Охарактеризуйте различные цели маркетинга с точки зрения товаров *B2B иB2C?*
13. Что следует понимать под понятием «инновационная стратегия»?
14. В чем суть поглощающей стратегии лицензирования?
15. Что объединяет компании-конкуренты?
16. В чем задача процесса нормирования труда и материалов?
17. Каким образом осуществляется набор персонала для предприятия, создаваемого под проект?
18. В чем смысл планирования мероприятий по стимулированию труда?
19. В чем задача мероприятий по подготовке производства?
20. Что является целью производственно-технического обоснования научно-прикладного проекта?
21. Охарактеризуйте свободный (бездолговой) денежный поток.
22. Охарактеризуйте взаимосвязь различных типов денежных потоков и динамических методов оценки проекта.
23. Почему полный денежный поток (Д П вл. СК) не может быть отрицательным?
24. Почему с теоретической точки зрения формирование полного финансового плана проекта — это достаточное условие для признания проекта экономически эффективным ?
25. Как обосновывается величина необходимых инвестиционных вложений?

Расчетные задачи

Задача № 1

Компания собирается провести обновление производственной линии. Рассматриваются две возможные к применению технологические цепочки.

Отобрать технологию для инвестирования из собственных средств компании, если:

1) на момент 2014 года финансовые результаты компании следующие:

Показатель	Значение, руб.

Выручка от реализации продукции (без НДС и акцизов)	383 480,00
Затраты на производство и реализацию продукции	278 640,00
Прибыль (убыток) от реализации продукции	104 840,00
Прочие доходы	28 000,00
Прочие расходы	2560,00
Прибыль (убыток) от прочей деятельности	25 440,00
Доходы, всего	358 740,00
Затраты и расходы, всего	281 200,00
Прибыль (убыток) отчетного периода, всего	130 280,00
Налог на прибыль	26 056,00
Чистая прибыль (убыток)	104 224,00

2) экономические характеристики технологических вариантов выглядят так:

Показатель	Год			
	0	1	2	3
Технологическая цепочка № 1				
Капиталовложения	70 000	250 000	110 000	
Себестоимость общая				145 000
Технологическая цепочка № 2				
Капиталовложения		400 000		
Себестоимость общая			190 000	

Требуется рассмотреть варианты со сменой рынка сбыта или без таковой.

Задача № 2

1. Определите свободные денежные потоки по инновационному проекту организации коммерческой лаборатории за 2015, 2016, 2017 и 2018 гг. и в постпрогнозном периоде (на постоянный уровень прибыльности организация выйдет по прогнозам в 2018 г.). НДС игнорируется.

Показатель	Год			
	2015	2016	2017	2018
Выручка		550 000,00	1 100 000,00	2 000 000,00
Затраты на строительство (заказ)	500 000,00	100 000,00		
Затраты на техническое обслуживание оборудования (материалы)		150 000,00	200 000,00	25 000,00
Затраты на охрану (самостоятельно)		80 000,00	140 000,00	200 000,00
Заработная плата персоналу		60 000,00	80 000,00	80 000,00
Амортизация зданий и оборудования		50 000,00	60 000,00	60 000,00
Прочие общехозяйственные затраты		100 000,00	160 000,00	180 000,00

2. По тем же данным сконструируйте денежные потоки для владельцев собственного капитала, если:

а) предполагается взять долгосрочный заем на финансирование инвестиционных расходов на четыре года (по 2018-й включительно) по ставке 9% годовых;

б) проценты выплачиваются каждый год в начале периода, начиная с 2016 г. Долг погашается свободными средствами по проекту в конце периода. В конце 2018 г. долг погашается вместе с процентами за последний год;

в) в случае нехватки оборотных средств планируется брать «длинные» кредиты по стоимости 20% от суммы (за оперативное предоставление) с выплатой в конце следующего периода;

г) «налоговый щит» игнорируется.

3. По тем же данным оценить эффективность и ценность научно-прикладного проекта на 01.01.2015 г., если ставка дисконтирования — 25%.

Задача № 3

Определите цену отечественного истребителя 5-го поколения *FGA* на внешних рынках, если известно о заключении договора о намерениях с иностранным правительством на поставку 18—22 шт. в ближайшем будущем и известны основные параметры сделок с конкурирующими продуктами и их тактические характеристики.

Параметры		*FGA*	F-35	F-16E	*Eurofighter Typhoon*	*Saab JAS* 39	Су-30
Эффективная площадь рассеивания (стелс-технология), $м^2$	min	0,3	0,5	1,8	1	1,2	1,8
Максимальная скорость, км/ч	max	2600	1900	2000	2500	2000	2200
Крейсерская скорость, км/ч	max	1300	850	800	1000	800	900
Практический потолок (высота полета), м	max	20 000	18 200	15 240	19 000	15 240	17 300
Дальность обнаружения целей, км	max	400	300	150	300	170	150
Дальность полета, км	max	4300	2520	3000	3600	2600	3000
Боевая нагрузка, кг	max	10 000	9100	10 000	7500	5300	8500
Цена, млн долл. США			100	35	120	50	50
Покупатель по контракту			Израиль	Пакистан	Оман	ЮАР	Ангола
Количество по контракту, шт.		18-22 (прогноз)	20	16	12	14	18

Тестирование по разделам 1 и 2

Тестовые задания блока 1

1-1. К элементам инфраструктуры научно-прикладного проекта относят:

а) бизнес-инкубатор, технопарк, команду проекта, заказчика проекта, инвесторов;

б) нормативно-правовые акты, команду проекта, университет, технопарк, центры коллективного пользования;

в) региональный фонд поддержки малого бизнеса, бизнес-инкубатор, заказчика проекта, банки, лизинговые компании;

г) бизнес-акселератор, технопарк, центр международного сотрудничества и под держки инноваций, инновационный центр.

1-2. К основному критерию присвоения муниципальному образованию статуса наукограда относят:

а) наличие университета;

б) наличие градообразующего научно-производственного комплекса;

в) наличие университета и академгородка;

г) наличие конструкторских бюро и научных организаций;

д) варианты а), г).

1-3. Какие научно-исследовательские направления не вошли в перечень основных направлений научно-прикладного центра «Сколково»?

а) энергоэффективность и энергосбережение, в том числе разработка научно-прикладных энергетических технологий;

б) ядерные технологии;

в) космические технологии — прежде всего в области телекоммуникаций и навигационных систем (в том числе создание соответствующей наземной инфраструктуры);

г) технологии получения и обработки функциональных наноматериалов;

д) медицинские технологии в области разработки оборудования, лекарственных средств;

е) стратегические компьютерные технологии и программное обеспечение;

ж) технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.

1-4. К целевым показателям реализации Стратегии научно-прикладного развития РФ на период до 2020 года относят:

а) повышение внутренних затрат на исследования и разработки до 4,5—5% ВВП к 2020 г.;

б) повышение внутренних затрат на исследования и разработки до 2,5—3% ВВП к 2020 г.;

в) повышение внутренних затрат на исследования и разработки до 3,5—4% ВВП к 2020 г.;

г) повышение внутренних затрат на исследования и разработки до 2% ВВП к 2020 г.

1-5. Срок реализации научно-прикладного проекта малого научно-прикладного предприятия в бизнес-акселераторе, как правило, составляет:

а) до 6 месяцев;

б) до 2 лет;

в) до 3 лет;

г) до 5 лет.

1-6. Предельная сумма мини-гранта фонда «Сколково» и минимальная сумма де нежных средств, привлекаемая от соинвестора (в % от бюджета проекта), составляет:

а) 1,5 млн руб. и 0%;

б) 3 млн руб. и 0%;

в) 5 млн руб. и 10%;

г) 5 млн руб. и 0%;

д) 10 млн руб. и 10%.

1-7. Какие ограничения необходимо учитывать для проекта строительства гостиницы в большом городе?

а) политические, финансовые, нормативно-технические, социальные, временные, уровень качества;

б) социальные, финансовые, образовательные, временные, политические, демографические;

в) нормативно-технические, финансовые, социальные, уровень качества, политические, экологические;

г) религиозные, финансовые, социальные, политические, экологические, патентные.

1-8. К жестким ограничениям, оказывающим влияние на проект, необходимо отнести:

а) наличие необходимого персонала для проекта, экономическая и политическая ситуация в стране, время, необходимое для реализации проекта;

б) бюджет проекта, экономическая и политическая ситуация в стране, законодательные и нормативные акты;

в) экономическая и политическая ситуация в стране, техногенные факторы, природные факторы;

г) время, необходимое для реализации проекта, бюджет проекта, наличие не обходимого персонала для проекта.

1-9. Заинтересованные стороны проекта — это:

а) менеджер проекта, руководитель компании, инвестор проекта, заказчик проекта, местный житель;

б) команда проекта, руководитель проекта, заказчик проекта, инвестор проекта, инициатор проекта;

в) государственный служащий, заказчик проекта, инвестор проекта, руководитель подразделения компании, сотрудник компании-контрагента;

г) бухгалтер компании, маркетолог компании-контрагента, команда проекта, инициатор проекта, государственный служащий;

д) все ответы верны.

1-10. Последовательная разработка проекта — это:

а) формулирование проекта по этапам;

б) ориентация на достижение целей проекта;

в) подготовка описания работ проекта, которые необходимо выполнить;

г) разработка бюджета проекта и плана работ;

д) нет правильного ответа.

1-11. Для анализа заинтересованных сторон проекта применяется:

а) матрица власти/влияния, группирующая заинтересованные стороны на основе их платежеспособности и возможного участия в проекте;

б) матрица власти/интересов, группирующая заинтересованные стороны па основе их уровня полномочий и уровня заинтересованности в отношении результатов проекта;

в) модель особенностей, описывающая классы заинтересованных сторон в зависимости от их платежеспособности и легитимности;

г) нет правильных ответов.

1-12. Разработку плана проекта в соответствии со стандартом *PMBOK* (2013) от носят к области знаний:

а) управление содержанием проекта;

б) управление интеграцией проекта;

в) управление заинтересованными сторонами проекта;

г) управление сроками проекта;

д) управление коммуникациями проекта;

е) управление человеческими ресурсами проекта.

1-13. Риск проекта в соответствии со стандартом *PMBOK* (2013):

а) угроза (или возможность), которая может влиять на достижение поставленных целей проекта;

б) неопределенное событие или набор обстоятельств, которые будут иметь воздействие на достижение поставленных целей, если случатся;

в) неопределенное событие или условие, которое в случае, если оно имеет место, позитивно или негативно воздействует на задачи проекта;

г) комбинация вероятностей возникновения события и его последствий на цели проекта;

д) опасность того, что нежелательное событие проявится.

1-14. В соответствии со стандартом *PMBOK* (2013) в раздел «Управление содержанием проекта» входят следующие процессы:

а) составление плана управления содержанием проекта, сбор требований, определение содержания, создание иерархической структуры работ, подтверждение содержания, контроль содержания;

б) определение цели, определение содержания, создание иерархической структуры работ, подтверждение содержания, контроль содержания;

в) определение цели, сбор требований, определение содержания, создание иерархической структуры работ, контроль содержания;

г) определение целей и задач, сбор требований, определение содержания, создание иерархической структуры работ, контроль содержания.

Тестовые задания блока 2

2-1. Идентификация рисков проекта в соответствии со стандартом *PMBOK* (2013)-это:

а) определение рисков, способных повлиять на проект, и документирование их характеристик;

б) расположение рисков по степени их приоритета для дальнейшего анализа;

в) количественный анализ вероятности возникновения и влияния последствий рисков на проект;

г) разработка возможных вариантов и действий, способствующих повышению благоприятных возможностей и снижению угроз для достижения целей проекта;

д) варианты а), б).

2-2. В сертификации специалистов по управлению проектами по модели *IPMA* уровень *D* требует продемонстрировать:

а) умение руководить всеми портфелями проектов организации, т.е. опыт работы минимум 5 лет управления проектами, программами и портфелями;

б) высокий уровень знаний во всех областях управления проектами; претендент может выступать в качестве члена команды управления проектом, администратора проекта;

в) умение управлять комплексными проектами, 5-летний опыт управления проектами, из которых не менее 3 лет — опыт ответственного за руководство сложными проектами;

г) высокий уровень знаний во всех областях управления проектами, опыт управления проектами — 3 года, опыт руководства — год;

д) умение руководить несложными проектами, опыт управления проектами — не менее 5 лет.

2-3. Процессная инновация — это:

а) внедрение нового или значительно улучшенного способа производства или доставки продукта;

б) введение в употребление товара или услуги, являющихся новыми либо значительно улучшенными по части их свойств или способов использования;

в) применение нового маркетингового метода вкупе со значительными изменениями в дизайне или упаковке продукта, а также рекламные мероприятия по продвижению проекта;

г) внедрение нового организационного метода в деловой практике бизнеса, в организации рабочих мест и организации производства.

2-4. Период реализации долгосрочных крупномасштабных научно-прикладных проектов составляет:
а) более 5 лет;
б) от года до 3 лет;
в) год;
г) до 4 лет.

2-5. Определите тип инновации проекта по созданию нового лекарственного препарата:
а) базисная и псевдоинновация;
б) улучшающая и псевдоишювация;
в) базисная и улучшающая;
г) базисная;
д) улучшающая;
е) псевдоинновация.

2-6. Определите признаки научно-прикладного проекта в рамках концепции жизненного цикла:

а) стоимость и вовлечение персонала малы на старте, растут по ходу проекта и резко падают по мере завершения;

б) стоимость и вовлечение персонала значительны на старте, уменьшаются по ходу проекта и резко падают по мере его завершения;

в) степень вероятности успешного выполнения проекта вначале наименее низка и, таким образом, наиболее высока неопределенность;

г) степень вероятности успешного выполнения проекта вначале значительна и, таким образом, наиболее высока неопределенность;

д) возможность заинтересованных сторон проекта влиять на его результаты и конечные затраты наиболее высока на старте и значительно падает в дальнейшем;

е) возможность заинтересованных лиц проекта влиять на его результаты и конечные затраты мала на старте и значительно падает в дальнейшем.

2-7. Планирование научно-прикладного проекта осуществляется:
а) на этапе инициации и разработки проекта;
б) на всех этапах жизненного цикла;
в) на этапе реализации проекта;
г) только на этапе инициации.

2-8. На этапе инициации научно-прикладного проекта:

а) осуществляется подготовка детального плана управления проектом, определяются субъекты и объекты инвестиций, проводится контроль выполнения плановых заданий, мероприятий и работ;

б) формулируется идея и концепция проекта, намечаются пути достижения цели, готовится приблизительный план основных мероприятий, определяются субъекты и объекты инвестиций;

в) готовится план управления проектом, увязанный по времени, ресурсам, исполнителям с комплексом заданий, мероприятий и работ с целью реализации проекта. Определяется организационная структура, подбираются специалисты, формируется проектная команда;

г) формулируется идея и концепция проекта, разрабатывается детальный план проекта, подбираются специалисты, формируется проектная команда, проводится конкурсный отбор потенциальных контрагентов проекта и готовится контрактная документация;

д) варианты б), в).

2-9. Ключевая веха этапа инициации научно-прикладного проекта — это:
а) устав проекта;
б) прототип продукта проекта;
в) базовый план по стоимости;
г) продукт проекта;
д) план управления проектом.

2-10. Адаптивные жизненные циклы разрабатываются для того, чтобы:
а) сохранить высокую степень влияния заинтересованных сторон и низкую стоимость изменений на протяжении всего жизненного цикла проекта;
б) сохранить низкую степень влияния заинтересованных сторон и низкую стоимость изменений на протяжении всего жизненного цикла проекта;
в) сохранить высокую степень влияния заинтересованных сторон и высокую стоимость изменений на протяжении всего жизненного цикла проекта;
г) сохранить низкую степень влияния заинтересованных сторон и высокую стоимость изменений на протяжении всего жизненного цикла проекта.

Тестовые задания блока 3

1. Какова степень формализованности бизнес-плана как экономического документа?
а) формализован;
б) неформализован.

2. Какой из основных видов бизнес-планов определяется как стратегический или оперативный план организации, подкрепленный экономическими расчетами?
а) бизнес-план развития предприятия;
б) бизнес-план инвестиционного проекта;
в) бизнес-план финансового оздоровления.

3. Существует ли жестко определенная структура бизнес-плана?
а) да, существует;
б) нет, не существует.

4. Какой из разделов бизнес-плана завершает его составление?
а) резюме;
б) компания-инициатор проекта;
в) описание проекта;
г) маркетинговый план;
д) план персонала;
е) производственный план;
ж) финансовый план.

5. Верно ли утверждение: бизнес-план должен быть представлен в стиле литературного произведения, чтобы заинтересовать потенциальных инвесторов?
а) да, это верное утверждение;
б) нет, это неверное утверждение.

1. Пронумеруйте, в какой последовательности, согласно вашему представлению, должно проходить инвестиционное проектирование:
а) маркетинговый этап;
б) производственно-технический этап;
в) финансовое обоснование. а, б, в

2. Верно ли утверждение: «Новое юрлицо создается для реализации инвестиционного проекта, в том числе и по причине удобства контроля над денежными потоками, инициируемыми проектом»?

а) да, это верное утверждение;
б) нет, это неверное утверждение.

3. На каком этапе инвестиционного проектирования детерминируется цена продукта, планируемого к производству по проекту?

а) на маркетинговом этапе;
б) на производственно-техническом этапе;
в) в ходе финансового обоснования.

4. Объем производства за весь плановый срок реализации проекта должен:

а) превосходить объем возможных продаж;
б) совпадать с объемом возможных продаж;
в) быть немного меньше объема возможных продаж.

5. Итогом финансового этапа разработки бизнес-плана развития предприятия является:

а) прогноз основных финансовых коэффициентов;
б) прогноз свободных денежных потоков предприятия;
в) планирование полных денежных потоков;
г) оценка проекта.

Практическое занятие по разделу 3.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИЕЙ НАУЧНО-ПРИКЛАДНОГО ПРОЕКТА В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Цель и задачи практического занятия

Цель проведения данного занятия – научить студентов уровня «магистратура» разрабатывать, обосновывать и реализовывать на практике необходимые этапы управления реализацией научно-прикладного проекта в агроинженерии.

В результате выполнения практического занятия по данному разделу должна сформироваться направленная на развитие способности и готовности рассчитывать и оценивать условия и последствия (в том числе экологические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения высокоточных технологий производства сельскохозяйственной продукции. В развитие указанной компетенции, студенты по окончании практического занятия должны:

Методические указания к проведению занятия

В рамках данного практического занятия запланировано два вида работы со студентами: устный опрос в рамках аналитических вопросов и заданий и решение расчетных задач.

Для проведения устного опроса студенты должны предварительно подготовиться к нему, ответив на предложенные аналитические вопросы и выполнив задания. В ходе опроса обсуждению подлежат вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения. Опрос проводится преподавателем фронтально, в него вовлекаются все студенты, присутствующие на занятии. В ходе опроса предполагается краткое обсуждение проблем, изученных в данном разделе. Аналитические вопросы и задания разделены по трем группам сложности, что соответствует пороговому уровню освоения учебного материала студентами в рамках текущего контроля. По результатам опроса преподаватель может оценить пороговый уровень усвоения материала опрошенных студентов на «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». В случае отказа от ответа на вопрос преподавателя по минимальному уровню, либо неправильного ответа на вопросы минимального порогового уровня знаний, умений и навыков, предусмотренных настоящим разделом дисциплины, оценка по данному виду работы у студента является неудовлетворительной. В случае отсутствия студента на занятии его знания аналитической части материала по данному разделу не засчитываются.

Решение расчетных задач предполагает развитие навыков студента уровня «магистратура» в рамках изучения настоящего раздела. Задачи распределены по трем группам сложности (по порядку №1, №2, №3), что соответствует пороговым уровням освоения учебного материала тестируемых студентов на «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Задача должна быть решена правильно и объяснена по ходу всего решения. При этом, обучающийся может пользоваться дополнительными материалами теоретического плана (лекции, учебные пособия) с разрешения преподавателя.

Критерии оценки выполнения практического занятия в целом представлены в приложении 1 к настоящим методическим указаниям.

Продолжительность всех видов работ на практическом занятии определяется требованием, изложенным в ФОСах по данной дисциплине, а его частота зависит от количества выделенного времени в рамках заочной или очной форм обучения, определенных учебным планом и закрепленных в рабочей программе.

Аналитические вопросы и задания

1. Дайте характеристику группам процессов инициации и планирования в рамках фазы НИОКР

жизненного цикла инновационного проекта.

2. Как происходит наложение процессов управления проектами в рамках отдельной фазы и проекта в целом? Приведите примеры.
3. Дайте характеристику процессам мониторинга и контроля инновационного проекта разработки нового лекарственного препарата.
4. Назовите причины преждевременного закрытия проекта.
5. Почему важно осуществлять процессы планирования совместно с заинтересованными сторонами проекта?
6. Раскройте суть процесса определения заинтересованных сторон проекта.
7. В чем отличие факторов среды предприятия и активов процессов организации.
8. Почему иерархическую структуру работ необходимо доводить до уровня пакетов работ?
9. Как совещания влияют па определение заинтересованных сторон проекта?
10. Требуется ли менять реестр заинтересованных лиц проекта на более поздних этапах реализации инновационного проекта и почему?
11. Назовите основные разделы устава проекта разработки программного продукта.
12. В чем различия трех типов сетевых графиков — в терминах работ и событий, в терминах работ и в терминах событий?
13. Опишите алгоритм применения метода *CPM для* управления проектом.
14. Какие параметры не учитывает сетевой график, построенный по методу критического пути?
15. Опишите использование метода *PERT для* управления проектом.
16. Какие достоинства и недостатки у метода диаграмм Ганта?
17. Какие программные продукты учитывают графическое отображение проекта по методу *CPM, PERT* и диаграмм Ганта?
18. В чем отличие формальной и неформальной структуры управления инновационным проектом?
19. Назовите тип организационной структуры, наиболее подходящий для целей реализации инновационных проектов, и поясните почему.
20. Какие отличия и схожие характеристики у сильной и сбалансированной матричной структуры?
21. Назовите проблемы, с которыми приходится сталкиваться в организационных структурах, построенных но проектному принципу.
22. Какой из видов контроля превалирует в системе управления инновационным проектом?
23. Назовите причины, по которым заказчик, руководитель, команда проекта не прекращают неудачный или устаревший проект.
24. Какие, на ваш взгляд, существуют неформализованные критерии приемки результата для внутренних проектов?

Расчетные задачи

Задача № 1.

Инновационный проект представлен следующим набором работ с заданной продолжительностью.

Работа	Предшествующая работа	Продолжительность работы (недели)
A		2
B	-	2
C	-	3
D	*A*	5
E	*A*	2

F	*B*	3
G	*C*	3
H	*E\ F*	4
I	*E;F*	3
M	*G*	4
N	*Г,М*	4
K	*D;H*	5

Требуется построить сетевой график и диаграмму Ганта, а также определить:
— критический путь инновационного проекта;
— время завершения проекта;
— на какое время можно отложить работу *D* без отсрочки завершения проекта в целом;
— можно ли отложить выполнение работы *K* без отсрочки завершения проекта в целом.

Задача № 2.

Инновационный проект представлен следующим набором работ с заданной продолжительностью.

Работа	Предшествующая работа	Продолжительность работы (недели)
A	-	3
B	-	6
C	*A*	2
D	*B; C*	5
E	*D*	4
F	*E*	3
G	*B; C*	9
H	*F; G*	3

Требуется построить сетевой график и диаграмму Ганга, а также определить:
- критический путь инновационного проекта;
- время завершения проекта;
- на сколько недель можно отложить работу *F без* отсрочки завершения проекта в целом;
- можно ли отложить выполнение работы *C* без отсрочки завершения проекта в целом.

Задача № 3.

Необходимо проанализировать следующую сеть инновационного проекта. Предположим, что для нее представлены следующие оценки продолжительности работ:

Работа	Непосредственный предшественник	Оптимистическое время (*a*), нед.	Наиболее вероятное время *(m),* нед.	Пессимистическое время *(b)*, нед.
A	-	2	5	6
B	-	2,5	3	3,5
C	*A*	6	7	8
D	*A*	5	5,5	9
E	*B*	5	7	9
F	*D;E*	2	3	4
G	*D;E*	8	10	12
H	*C;F*	6	7	14

Требуется определить:
— ожидаемую продолжительность проекта;
— вероятность того, что проект будет завершен за 21 неделю;
— вероятность того, что проект будет завершен за 25 недель.

Практическое занятие по разделу 4.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ И ПОСЛЕДСТВИЯМИ НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫХ ПРОЕКТОВ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Цель и задачи практического занятия

Цель проведения занятия по данному разделу – научить студентов теоретическим основам управления рисками и сформировать навыки управления рисковыми ситуациями и последствиями при разработке, обосновании и реализации научно-прикладных проектов в агроинженерии.

Выполнение данного практического занятие направлено на формирование компетенции **ПК-3**, направленной на развитие способности и готовности рассчитывать и оценивать условия и последствия (в том числе экологические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения высокоточных технологий производства сельскохозяйственной продукции. В развитие указанной компетенции, студенты по окончании практического занятия должны:

- **знать:** содержание и порядок процесса анализа рисков; основные направления минимизации отдельных факторов рисков по итогам анализа рисков; назначение экспертных методов прогнозирования при анализе рисков; методы учета рисков инвестиционных проектов.
- **уметь:** организовать группу экспертов для проведения анализа рисков и оценки результатов выявленных факторов рисков; использовать методологический инструментарий минимизации отдельных факторов рисков; использовать на практике многообразие методов учета проектных рисков.
- **владеть:** навыками самостоятельной разработки путей минимизации воздействия выявленных факторов рисков на проект, либо учета их воздействия в инвестиционных расчетах.

Методические указания к проведению занятия

В рамках данного практического занятия запланировано два вида работы со студентами: устный опрос в рамках аналитических вопросов и заданий и решение расчетных задач.

Для проведения устного опроса студенты должны предварительно подготовиться к нему, ответив на предложенные аналитические вопросы и выполнив задания. В ходе опроса обсуждению подлежат вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения. Опрос проводится преподавателем фронтально, в него вовлекаются все студенты, присутствующие на занятии. В ходе опроса предполагается краткое обсуждение проблем, изученных в данном разделе. Аналитические вопросы и задания разделены по трем группам сложности, что соответствует пороговому уровню освоения учебного материала студентами в рамках текущего контроля. По результатам опроса преподаватель может оценить пороговый уровень усвоения материала опрошенных студентов на «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». В случае отказа от ответа на вопрос преподавателя по минимальному уровню, либо неправильного ответа на вопросы минимального порогового уровня знаний, умений и навыков, предусмотренных настоящим разделом дисциплины, оценка по данному виду работы у студента является неудовлетворительной. В случае отсутствия студента на занятии его знания аналитической части материала по данному разделу не засчитываются.

Решение расчетных задач предполагает развитие навыков студента уровня «магистратура» в рамках изучения настоящего раздела. Задачи распределены по трем группам сложности (по порядку №1, №2, №3), что соответствует пороговым уровням освоения учебного материала тестируемых студентов на «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Задача должна быть решена правильно и объяснена по ходу всего решения. При этом, обучающийся может пользоваться дополнительными материалами теоретического плана (лекции, учебные пособия) с разрешения преподавателя.

Критерии оценки выполнения практического занятия в целом представлены в приложении 1 к настоящим методическим указаниям.

Продолжительность всех видов работ на практическом занятии определяется требованием, изложенным в ФОСах по данной дисциплине, а его частота зависит от количества выделенного времени в рамках заочной или очной форм обучения, определенных учебным планом и закрепленных в рабочей программе.

Аналитические вопросы и задания

1. Охарактеризуйте невозможность управления неопределенностью.
2. Охарактеризуйте логику взаимодействия первичных (так называемых параллельных) проектных рисков и вторичных (так называемых последовательных) рисков.
3. Каким образом в практике методологии управления проектными рисками реализуется финансовая цель управления проектными рисками?
4. Существуют ли методы управления проектными рисками нересурсозатратного характера?
5. Охарактеризуйте методы управления рисками, напрямую уменьшающие денежные потоки в плане проекта.
6. В чем смысл отнесения того или иного метода управления проектными рисками к так называемым мероприятиям по передаче рисков?
7. В чем логика мероприятий по прямому коммерческому страхованию проектных рисков?
8. В чем логика заключения фьючерсных контрактов с точки зрения страхования рисков сбыта продукции по проекту?
9. Охарактеризуйте логику хеджинга биржевых операций, направленных на минимизацию проектных рисков.
10. Почему учет товарной биржей производных инструментов, таких как опционы, фьючерсы и т.д., снижает стоимость операций по минимизации проектных рисков?
11. В чем смысл отнесения того или иного метода управления проектными рисками к мероприятиям по уклонению от рисков?
12. Какие именно проектные риски минимизируются при применении мероприятий резервирования контрагентов?
13. В чем логика капитальных участий компании, созданной для реализации инновационного проекта с ключевыми контрагентами?
14. Как именно оптимизируют портфель сторонних ценных бумаг, приобретенных за счет бюджета проекта?
15. В чем смысл создания теневого менеджмента для ключевых подразделений компании, реализующих инновационный проект?
16. В чем смысл отнесения того или иного метода управления проектными рисками к мероприятиям по принятию на себя детерминированных рисков?
17. Проанализируйте подходы к адекватному выставлению номинальной безрисковой ставки с точки зрения различных по величине требуемых инвестиций инновационных проектов.
18. Каковы, с вашей точки зрения, достоинства и недостатки кумулятивной модели выставления ставки дисконтирования.
19. Охарактеризуйте логику модели арбитражной теории стоимости капитала *(APT).*
20. Охарактеризуйте возможные мероприятия по наполнению резервных фондов по проекту.
21. В чем смысл отнесения того или иного метода управления проектными рисками к мероприятиям по принятию на себя недетерминированных рисков?
22. В чем совпадение логики методов *ROI* и *E/P?*
23. Объясните смысл изменения классического подхода *CAPM* при выставлении ставки дисконтирования для венчурного проекта.
24. Охарактеризуйте так называемый прямой метод выставления ставки дисконтирования.
25. В чем логика метода достоверных эквивалентов?

Расчетные задачи

Задача № 1.

Фирме открыта кредитная линия с лимитом выдачи, равным 500 ед. Фирма уже получила 350 ед. Имея свободные средства, с целью сэкономить на процентах, фирма гасит 70 ед. Сколько еще денег фирма сможет получить от банка?

Задача № 2.

Рассчитать ставку дисконтирования для рублевых денежных потоков по инвестиционному проекту, относящегося к отрасли «Производство электронных компьютеров» (в узком понимании понятия «отрасль») методом *CAPM,* если из открытых информационных ресурсов была собрана следующая информация, относящаяся к открытым международным компаниям данной отрасли и основным инвестиционным агрегатам России и США.

Компании отрасли	*MC* (рыночная капитализация)	P
APPLE INC	515 916 000 000	1,26
CINTEL CORP	5 547 000 000	-5,35
CONCURRENT COMPUTER CORP/DE	8 321000 000	1,12
CRAY INC	11094 000 000	1,53
DELL INC	13 868 000 000	1,36

Данные:

— доходность долгосрочных государственных облигаций РФ, номинированных в долларах США: 0,043;

— доходность долгосрочных государственных облигаций РФ, номинированных в рублях: 0,065;

— доходность долгосрочных государственных облигаций США: 0,023;

— среднерыночная доходность фондового рынка США: 0,052.

Задача № 3.

Компания собирается провести инвестиционный проект по расширению производства продукта, пользующегося повышенным спросом. Под проект создастся ООО.

Оценить инвестиционный проект *(NPV*на 31.12.2014, денежные потоки — пренумерандо), исходя из предпосылки, что вы сотрудник компании, инициатора проекта, если известно, что среди руководства компании-инициатора проекта и сторонних экспертов был проведен опрос по поводу основных экономических показателей оцениваемого проекта.

Показатель	Год		
	2015	2016	2017
Себестоимость	30 000 000,00	34 000 000,00	36 000 000,00
Амортизация	10 000 000,00	7 000 000,00	6 000 000,00
Объем продаж	10 000,00	12 000,00	13 000,00

Год	Цена единицы продукции

	Наихудший исход	Плановый исход	Наилучший исход
2015	4500,00	4600,00	5000,00
2016	5100,00	5200,00	5600,00
2017	5500,00	5600,00	6300,00

Показатель	Год		
	2014	2015	2016
Инвестиционные вложения	50 000 000,00	10 540 000,00	8 040 000,00

Показатель	Значение
Реальная безрисковая ставка на конец 2014 г.	0,03
Инфляционные ожидания на конец 2014 т.	0,10

Практическое занятие по разделу 5.

ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫХ ПРОЕКТОВ

В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Цель и задачи практического занятия

Цель настоящего занятия – обучить студентов современным направлениям финансового обеспечения научно-прикладных проектов и сформировать навыки использования этих знаний в инвестиционном обеспечении научного проектирования в агроинженерии.

Практическое занятие по данному разделу направленно на формирование компетенции **ОПК-6**, в рамках которой предусматривается владение методами анализа и прогнозирования экономических эффектов и последствий реализуемой и планируемой деятельности. В данной связи, по завершению данного занятия студенты должны:

- **знать:** основные источники финансирования научно-прикладных проектов; законодательство РФ и нормативные документы, регламентирующие деятельность фирмы по привлечению финансирования в той или иной форме; особенности привлечения государственнго и частного, долевого и долгового, лизингового и венчурного финансирования.
- **уметь:** проанализировать доступность того или иного источника средств для реализации научно-прикладного проекта фирмы; проанализировать целесообразность привлечения того или иного источника средств для реализации научно-прикладного проекта фирмы; подготавливать и заключать соответствующие договоры (кредита, лизинга и др.); использовать возможности эмиссионного финансирования.
- **владеть:** навыками поиска и анализа экономической информации, необходимой для проведения конкретных расчетов и принятия грамотных решений финансово-кредитного характера; навыками, необходимыми для грамотного анализа преимуществ и недостатков тех или иных способов финансирования проектов и принятия соответствующих решений.

Методические указания к проведению занятия

В рамках данного практического занятия запланировано два вида работы со студентами: устный опрос в рамках аналитических вопросов и заданий и тестирование по темам 3, 4, 5.

Для проведения устного опроса студенты должны предварительно подготовиться к нему, ответив на предложенные аналитические вопросы и выполнив задания. В ходе опроса обсуждению подлежат вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения. Опрос проводится преподавателем фронтально, в него вовлекаются все студенты, присутствующие на занятии. В ходе опроса предполагается краткое обсуждение проблем, изученных в данном разделе. Аналитические вопросы и задания разделены по трем группам сложности, что соответствует пороговому уровню освоения учебного материала студентами в рамках текущего контроля. По результатам опроса преподаватель может оценить пороговый уровень усвоения материала опрошенных студентов на «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». В случае отказа от ответа на вопрос преподавателя по минимальному уровню, либо неправильного ответа на вопросы минимального порогового уровня знаний, умений и навыков, предусмотренных настоящим разделом дисциплины, оценка по данному виду работы у студента является неудовлетворительной. В случае отсутствия студента на занятии его знания аналитической части материала по данному разделу не засчитываются.

Тестирование проводится преподавателем в соответствии с требованиями ФГОС на бумажном носителе. Тесты разделены по трем группам сложности, что соответствует пороговым уровням освоения учебного материала тестируемых студентов на «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично». Критерии оценки тестов и соотношения возможных вариантов правильных ответов в рамках каждого блока представлены в приложении 2 к настоящим методическим указаниям.

Критерии оценки выполнения практического занятия в целом представлены в приложении 1 к настоящим методическим указаниям.

Продолжительность всех видов работ на практическом занятии определяется требованием, изложенным в ФОСах по данной дисциплине, а его частота зависит от количества выделен-

ного времени в рамках заочной или очной форм обучения, определенных учебным планом и закрепленных в рабочей программе.

Аналитические вопросы и задания

1. Какие факторы осложняют для малых инновационных фирм (стартапов) доступ к банковскому кредитованию?
2. Дайте характеристику различным способам получения фирмой кредита. Какие из них более подходят для кредитования инвестиционного проекта фирмы?
3. Проанализируйте целесообразность для фирмы открытия возобновляемой или невозобновляемой кредитной линии для финансирования реализации проекта.
4. Проанализируйте целесообразность выбора тех или иных вариантов погашения кредита со стороны фирмы-заемщика.
5. Каковы преимущества и недостатки аннуитетных и дифференцированных платежей по кредиту для фирмы-заемщика?
6. Каков алгоритм поддержки инвестиционных проектов, реализуемых на основе проектного финансирования, разработанный в рамках специальной Программы?
7. Что может быть причиной решения акционеров о невыплате дивидендов по акциям фирмы?
8. Какие причины могут побудить фирму-эмитента включить в проспект ценных бумаг информацию из бизнес-плана, и что она может собой представлять?
9. Возможна ли такая ситуация: первичное публичное размещение акций *(IPO)* состоялось, но фирма-эмитент не получила в результате денежных средств для своего развития?
10. Проанализируйте с позиции фирмы-эмитента преимущества и недостатки различных вариантов ее договоренностей с андеррайтером об условиях его участия в размещении акций.
11. Проанализируйте с позиции фирмы-эмитента преимущества и недостатки привлечения денежных средств при помощи акционерного и облигационного финансирования.
12. Приведите примеры удачных венчурных вложений, известных из мирового опыта.
13. Каковы основные варианты продажи акций инвестируемых фирм венчурными фондами?
14. С какой целью создаются корпоративные венчурные фонды?
15. Назовите основные этапы становления инфраструктуры венчурного финансирования в России.
16. Чем объясняется появление в нашей стране понятия «инвестиционное товарищество»? В чем его преимущества перед закрытыми паевыми инвестиционными фондами особо рисковых (венчурных) инвестиций?
17. В каких случаях лизинговая форма приобретения оборудования может быть интересна фирмам, заинтересованным в нем для реализации своего проекта?
18. Охарактеризуйте факторы, влияющие на выбор кредитной или лизинговой схемы приобретения оборудования фирмой.
19. Почему на начальном этапе развития лизинга в нашей стране (первая половина 90-х гг. XX в.) были введены значительные налоговые льготы?
20. Дайте характеристику программам «СТАРТ» и «Кооперация», реализуемым Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. В чем их специфика, чем они различаются?
21. Чем проекты, на поддержку которых ориентированы указанные выше программы, отличаются от тех, содействие которым оказывает Фонд развития промышленности?
22. Сформулируйте основные особенности такой формы обеспечения исполнения обязательств, как «поручительство».
23. Чем отличаются меры поддержки малого и среднего бизнеса, практикуемые Российским банком поддержки малого и среднего предпринимательства и Агентством кредитных гарантий?

Тестирование по разделам 3, 4, 5

Тестовые задания блока 1

1-1. К группам процессов планирования инновационного проекта относят:

а) формирование содержания работ проекта, уточнение целей и определение направлений действий, требуемых для достижения конечного результата;

б) определение перечня выполняемых работ в соответствии с планом управления проектом и с учетом спецификаций проекта;

в) авторизацию начала проекта или фазы;

г) мониторинг, анализ, регулирование хода реализации проекта; определение областей, требующих внесения изменений в план проекта; инициация соответству ющих изменений;

д) варианты а), г).

1-2. Руководство и управление работами проекта относят к группам процессов:

а) инициации;

б) планирования;

в) исполнения;

г) мониторинга и контроля;

д) закрытия.

1-3. Исходная информация инновационного проекта закрепляется:

а) в уставе проекта и в реестре заинтересованных сторон;

б) в плане управления проектом;

в) в предварительном описании проекта;

г) в иерархической структуре работ;

д) варианты б), г).

1-4. Сколько процессов управления проектом включает последняя версия стандарта *PMBOK Guide?*

а) 43;

б) 45;

в) 47;

г) 49.

1-5. К входным характеристикам разработки устава проекта относят:

а) описание работ проекта, бизнес-кейс, соглашения, факторы среды предприятия, активы процессов организации;

б) экспертные оценки, описание работ проекта, бизнес-кейс, методы организации групповой работы, соглашения;

в) описание работ проекта, экспертные оценки, бизнес-кейс, закупочную документацию, соглашения;

г) бизнес-кейс, экспертные оценки, закупочную документацию, факторы среды предприятия, активы процессов организации.

1-6. Выходом процесса определения заинтересованных сторон является:

а) устав проекта;

б) план проекта;

в) реестр заинтересованных сторон проекта;

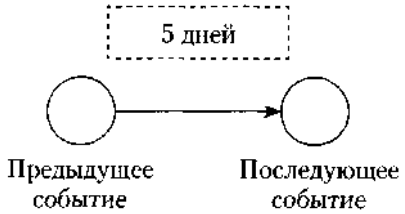
г) иерархическая структура работ проекта;

д) варианты а), в).

1-7. Детализация инновационного проекта проводится до уровня:
а) мероприятий;
б) работ;
в) событий;
г) программ;
д) ключевых вех.

1-8. Иерархическая структура работ:
а) отражается только в графической форме;
б) отражается только в текстовом формате;
в) обсуждается на совещании по проекту и не фиксируется;
г) отражается в графической форме и текстовом формате.

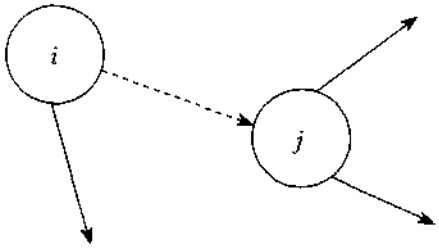
1-9. Какой сетевой график представлен на рисунке?



а) сетевой график в терминах работ;
б) сетевой график в терминах работ и событий;
в) сетевой график в терминах событий;
г) диаграмма Ганта.

1-10. Применение Графика Ганта необходимо:
а) исключительно при планировании качества;
б) только при подготовке плана затрат инновационного проекта;
в) при построении плана проекта и последующего управления проектом;
г) только при отчетах вышестоящему руководству.

1-11. Что изображено на фрагменте сетевого графика?



а) фиктивная работа;
б) критический путь;
в) резерв работы;
г) альтернативное параллельное соединение.

1-12. Критический путь сетевого графика — это:
а) самый короткий путь от исходного события к завершающему;
б) самый продолжительный путь сетевого графика от исходного события к завершающему;
в) самый короткий путь от исходного события до завершающего с максимальным количеством резервов;

г) самый продолжительный путь сетевого графика от исходного события до за вершающего с минимальным количеством резервов;

д) самый короткий путь от исходного события до завершающего с минимальным количеством резервов.

1-13. Назовите вид организации, представленной на рисунке ниже:

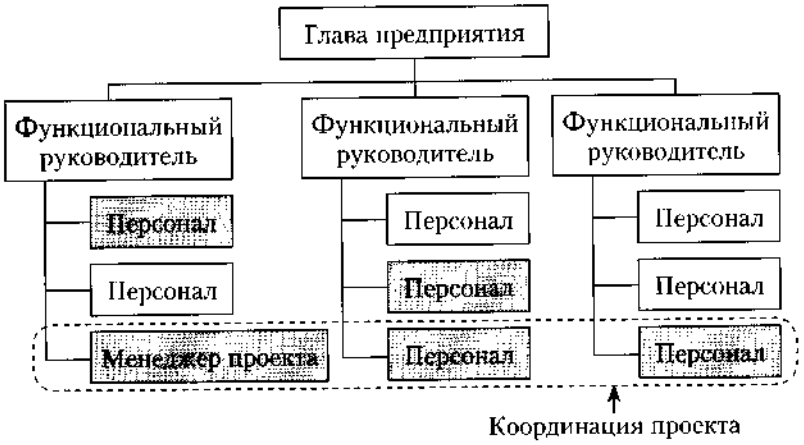
а) сильная матричная;

б) слабая матричная;

в) сбалансированная матричная;

г) проектная;

д) функциональная.



1-14. В соответствии с ГОСТ Р 54869—2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом» корректирующее действие — это:

а) действие, предпринятое для устранения обнаруженного несоответствия плану проекта;

б) действие, определяющее остановку проекта;

в) действие, предполагающее закрытие проекта и его запуск после исправления допущенных ранее ошибок;

г) анализ причин и исправление ошибок в ходе реализации проекта.

1-15. В сбалансированных матричных структурах руководитель проекта:

а) выступает в роли диспетчера проекта, осуществляющего координацию коммуникаций;

б) не наделен всей полнотой власти над проектом и его финансированием, но координирует ход выполнения работ, несет ответственность за достижение поставленной цели вместе с руководителями функциональных подразделений;

в) обладает значительными полномочиями, независимостью и высокой мерой ответственности за достижение поставленной цели;

г) совмещает функции руководителя подразделения и руководителя проекта, выступает в роли диспетчера и координатора проекта.

1-16. К внутренним стандартам качества проекта относят:

а) Гражданский кодекс РФ, ГОСТ Р 54869-2011, ТУ, *PMBOK* (2013), *ICB* (2006), *ISO* 9000;

б) корпоративные стандарты, внутренний устав, бизнес-план развития компании, плановые показатели на краткосрочный период;

в) концепцию проекта, устав проекта, базовый план проекта, описание работ проекта, спецификации работ;

г) базовый план проекта, бизнес-план развития компании, ГОСТ Р 54869—2011, корпоративные стандарты, спецификации работ.

Тестовые задания блока 2

2-1. Неопределенность предполагает наличие факторов, при которых результаты действий не являются детерминированными, но степень возможного влияния этих факторов на результаты известна.

а) да, это верное утверждение;

б) нет, это неверное утверждение.

2-2. Риск — это потенциальная, численно измеримая возможность потери.

а) да, это верное утверждение;

б) нет, это неверное утверждение.

2-3. Риски, реализация которых может иметь три варианта исхода: появление убытка, сохранение ситуации в прежнем состоянии, появление денежного дохода:

а) чистые;

б) катастрофические;

в) систематические;

г) спекулятивные;

д) большие;

е) несистематические.

2-4. Риски, реализация которых может иметь два варианта исхода: появление убытка либо сохранение ситуации в прежнем состоянии:

а) чистые;

б) катастрофические;

в) систематические;

г) спекулятивные;

д) большие;

е) несистематические.

2-5. К какой группе методов управления проектными рисками относится метод обратного соотношения «цена/нрибыль»?

а) мероприятия по передаче рисков;

б) мероприятия по уклонению от рисков;

в) мероприятия по принятию на себя детерминированных рисков;

г) мероприятия по принятию на себя недетерминированных рисков.

2-6. Стоимость экономических потерь, соответствующая вероятности нежелательного исхода события, — это:

а) цена риска;

б) прибыль с учетом рисков;

в) отток денежных средств с учетом рисков.

2-7. Какие методы из нижеперечисленных являются мероприятиями по передаче рисков?

а) капитальные участия с фирмами и лицами, являющимися для предприятия источниками повышенного риска;

б) перевод средств в иные, менее рискованные инвестиционные активы;

в) приобретение специализированных страховок по типовым инвестиционным рискам;

г) резервирование основных и дублирующих контрагентов и заказчиков;

д) целенаправленная оптимизация портфеля ценных бумаг;

е) все вышеперечисленное не относится к мероприятиям по передаче рисков.

2-8. При приобретении каких страховок, как правило, страховые ставки, помимо всего прочего, учитывают платежеспособность страхующегося (так называемая страховая дискриминация):

а) при приобретении общего (генерального) страхового полиса;
б) при приобретении специализированных страховок но типовым инвестиционным рискам;
в) при оформлении страховок по индивидуально сформулированным (нетиповым) рискам.

2-9. Покупка ордеров на право снабжения может позволить фирме:
а) закупить недостающее количество сырья;
б) подстраховать свое снабжение;
в) подстраховать сбыт.

2-10. Хеджинг биржевых закупок предполагает соглашение между:
а) фирмой, созданной для реализации проекта, и продавцом дефицитного сырья;
б) фирмой, созданной для реализации проекта, и биржей;
в) фирмой, созданной для реализации проекта, и ключевым покупателем.

2-11. Что из нижеперечисленного не относится к страхующим производственным мероприятиям?
а) консервация строящихся объектов или их перепрофилирование;
б) обеспечение взаимозаменяемости сотрудников;
в) оперативный переход на производство других продуктов;
г) организация конкурсов на лучшие конструкторские и технологические решения;
д) разработка планов действий на случай производственных аварий;
е) разработка планов действий на случай срочного сворачивания производства.

2-12. Что из ниже еречисленного не относится к биржевым операциям, страхующим сбыт?
а) приобретение учтенных на бирже переводных гарантий и поручительств на реализацию;
б) приобретение опционов на закупку дефицитных и растущих в цене товаров и услуг;
в) приобретение обращающихся на рынке фьючерсных контрактов на реализацию;
г) заключение срочных фьючерсных контрактов на сбыт;
д) относится все вышеперечисленное.

2-13. Что из нижеперечисленного является биржевыми операциями, страхующими снабжение?
а) заключение срочных фьючерсных контрактов на сбыт;
б) приобретение обращающихся на рынке фьючерсных контрактов на реализацию;
в) приобретение опционов на закупку дефицитных и растущих в цене товаров и услуг;
г) приобретение учтенных на бирже переводных гарантий и поручительств на реализацию.

2-14. Какие методы из нижеперечисленных является мероприятиями по уклонению от рисков?
а) кумулятивное построение ставки дисконта;
б) метод определения цены риска;
в) метод сценариев;
г) модель арбитражной теории стоимости капитальных активов *(APT);*
д) модель оценки капитальных активов *(CAPM);*
е) целенаправленная оптимизация портфеля ценных бумаг;
ж) ничего.

2-15. Заключение контракта на продажу пакета собственных акций ключевому покупателю — это:
а) прямое капитальное участие с контрагентами;
б) косвенное капитальное участие с контрагентами.

2-16. Безрисковая ставка дисконта — это:

а) ставка доходности, не учитывающая никаких рисков;

б) норма дохода, учитывающая только страновой риск;

в) рентабельность операций на рынках тех сравнительно безрисковых (опирающихся на емкий спрос) товаров и услуг, где отечественная экономика уже успела интегрироваться в мировые рынки этих товаров и услуг.

2-17. Безрисковая ставка дисконта может быть определена:

а) как ставка доходности государственных ценных бумаг;

б) как ставка доходности застрахованного банковского депозита;

в) как ставка по долгосрочным кредитам надежных банков;

г) как ставка рефинансирования центрального банка;

д) с помощью формулы Фишера.

2-18. При расчете ставки дисконта на основе арбитражной теории стоимости капитальных активов *(APT)* частные коэффициенты «бета» соизмеряют:

а) рискованность проекта по соответствующей отдельной составляющей систематического риска;

б) рискованность проекта по соответствующей отдельной составляющей несистематического риска;

в) рискованность проекта по каждому выявленному фактору риска.

2-19. Кумулятивное построение ставки дисконтирования характеризуется:

а) пофакторным учетом рисков;

б) объективностью при оценке влияния рисков на вменяемую проекту доход ность;

в) использованием среднеотраслевых показателей рентабельности затрат.

2-20. Цена риска и создаваемый на основе ее определения резервный фонд должны находиться в следующем соотношении:

а) цена риска > резервный фонд;

б) цена риска < резервный фонд;

в) оба варианта логичны, все зависит от уровня риска непродажи продукции по проекту;

г) оба варианта нелогичны.

Тестовые задания блока 3

3-1. Фирме открыты три кредитные линии. Одна с лимитом выдачи, равным 700 ед., другая с лимитом задолженности, равным 300 ед., третья — с этими же лимитами, установленными одновременно и в этих же размерах. Есть ли возможность для фирмы получить от банка в сумме за весь срок действия какой-либо из этих кредитных линий 1000 ед. денежных средств?

а) нет;

б) есть во всех случаях;

в) есть — в первом случае;

г) есть — во втором случае;

д) есть — в третьем случае;

е) есть — во втором и третьем случае.

3-2. Выдача кредита фирме для финансирования затрат по проекту может быть осуществлена банком путем:

а) перечисления средств непосредственно на расчетный счет той фирмы, которой заемщик должен оплатить купленный у нее товар;

б) выдачи банковского векселя;

в) выдачи суммы кредита наличными деньгами через расходную кассу банка;

г) нет верного ответа.

3-3. Информацию о содержании кредитной истории фирмы-заемщика банк может получить:
а) в Центральном каталоге кредитных историй;
б) в другом банке, где открыт расчетный счет заемщика;
в) в небанковской кредитной организации;
г) нет верного ответа.

3-4. Выделите из нижеприведенных положений те, которые отражают преимущества акционерного способа привлечения средств фирмой по сравнению с долговым финансированием:
а) привлечение средств на постоянной основе;
б) возможность получения доходов в виде дивидендов;
в) отсутствие необходимости предоставления обеспечения;
г) возможность использования привлеченных средств для финансирования собственных проектов.

3-5. Выделите из нижеприведенных положений те, которые отражают для фирмы-эмитента недостатки облигационного способа привлечения средств по сравнению с получением банковского кредита:
а) необходимость предоставления обеспечения;
б) необходимость раскрытия финансовой информации о фирме;
в) необходимость выплаты процентов;
г) высокие затраты в виде комиссионных.

3-6. Если при *IPO* продаются акции, принадлежавшие владельцам фирмы, то при прочих равных рентабельность собственного капитала:
а) уменьшится;
б) увеличится;
в) не изменится.

3-7. Выделите из нижеприведенных положений те, которые отражают недостатки акционерного способа привлечения средств фирмой по сравнению с долговым финансированием с позиции акционеров:
а) риск невыплаты дивидендов;
б) последняя очередность возврата капитала при ликвидации общества;
в) возможность изменения структуры собственности в обществе;
г) возможность снижения в будущем размеров дивидендов.

3-8. При проведении фирмой, успешно реализовавшей инновационный проект, *IPO* на рынок могут выпускаться:
а) акции, полученные изначально венчурным фондом, вложившим средства в нее;
б) дополнительно выпускаемые фирмой акции;
в) акции, являющиеся собственностью учредителей фирмы.
г) все предыдущие варианты верны.

3-9. Найдите неверное положение. К принципам венчурного инвестирования от носятся:
а) установление санкций за несвоевременный вывод новшества на рынок;
б) диверсификация объектов вложений;
в) совместное разделение риска между фирмой и фондом;
г) точное определение временного горизонта инвестиций.

3-10. Фондом, предоставляющим венчурное финансирование, может быть:
а) инвестиционный фонд РФ;

б) паевой инвестиционный фонд;
в) пенсионный фонд;
г) российский фонд фундаментальных исследований.

3-11. Бизнес-ангелы — это:
а) государственные фонды, оказывающие помощь молодым инновационным фирмам;
б) венчурные фонды, оказывающие помощь молодым инновационным фирмам;
в) бизнес-инкубаторы;
г) нет верного ответа.

3-12. Фонды особо рисковых (венчурных) инвестиций относятся:
а) к открытым;
б) к закрытым;
в) к интервальным.

3-13. Лизинг:
а) является альтернативой банковского кредита при приобретении оборудования;
б) может оказаться более выгодной схемой приобретения оборудования в сравнении с другими вариантами;
в) может предоставить фирме финансовые ресурсы;
г) является примером наступательной инновационной стратегии фирмы.

3-14. При возвратном лизинге:
а) арендуемое имущество после окончания срока лизинга должно быть возвращено лизингодателю;
б) арендуемое имущество после окончания срока лизинга должно быть возвращено поставщику;
в) продавец предмета лизинга одновременно выступает и как лизингополучатель;
г) продавец предмета лизинга одновременно выступает и как лизингодатель.

3-15. Для основных средств, являющихся предметом договора лизинга, к основной норме амортизации специальный коэффициент ускорения (до трех раз) может применяться:
а) всегда;
б) только при линейном методе амортизации;
в) только при нелинейном методе амортизации;
г) нет верного ответа.

3-16. Отметьте неверное положение:
а) в виде гранта предоставляются денежные средства или иное имущество;
б) гранты предоставляются физическими лицами, некоммерческими организациями и международными организациями;
в) процентная ставка на сумму гранта определяется в договоре между грантодателем и получателем;
г) получатель гранта обязан предоставлять отчет о его целевом использовании.

3-17. Выберите неправильный ответ на утверждение: источником стороннего финансирования фирмы, реализующей инновационный проект, могут быть:
а) венчурные фонды;
б) средства от реализации облигаций;
в) средства Российского фонда фундаментальных исследований;
г) средства Российского банка поддержки малого и среднего предпринимательства.

3-18. Фонд содействия кредитованию малого и среднего бизнеса оказывает поддержку в форме:

а) предоставления займа на платной основе;

б) предоставления денежных средств в форме гранта;

в) предоставления поручительства по обязательствам фирм в пользу банка;

г) методической помощи при оформлении заявки на кредит и составлении бизнес-плана проекта, для реализации которого его планируется привлечь.

Список литературы

Основная литература

1. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / М. А. Лимитовский. -

Электрон. текстовые дан. - 5-е изд., пер. и доп. - М.: Юрайт, 2015. – Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/.

Дополнительная литература

1. Инвестиции: теория и практика [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров / Т. В. Теплова. - Электрон. текстовые дан. - 2-е изд., пер. и доп. - М.: Юрайт, 2016. – Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/.
2. Управление проектами [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. И. Балашов, Е. М. Рогова, М. В. Тихонова, Е. А. Ткаченко. - Электрон. текстовые дан. - М.: Юрайт, 2015. - Режим доступа : http://www.biblio-online.ru/.
3. Поляков, Н. А. Управление инновационными проектами: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. А. Поляков, О. В. Мотовилов, Н. В. Лукашов. - М. : Издательство Юрайт, 2016. - 330 с. - Серия: Бакалавр. Академический курс.

Периодические издания

1. Механизация и электрификация сельского хозяйства.
2. Сельский механизатор.
3. Вестник РГАТУ

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт».
ЭБС «Юрайт».
ЭБС «IPRSmart».
ЭБС «ZNANIUM.COM».
ЭБС «Лань».
Соглашение о сотрудничестве с Консорциумом «Контекстум»

Приложения

Приложение 1.

Критерии оценки практического занятия

оценка	***Критерии***
«отлично»	Аналитические задания выполнены в полном объеме (по разделам 2-5), приведено письменное решение расчетных задач представлено без замечаний и в полном объеме (по разделам 2-4)
«хорошо»	Аналитические задания выполнены в полном объеме (по разделам 2-5), имеются пробелы и неточности в теоретическом расчете или в обоснование примененных методов и средств, письменное решение расчетных задач представлено в полном объеме (по разделам 2-4), но имеются несущественные замечания по ходу решения.
«удовлетворительно»	Аналитические задания выполнены в полном объеме (по разделам 2-5), имеются ошибки в теоретическом расчете или в обосновании примененных методов и средств, письменное решение расчетных задач представлено в полном объеме (по разделам 2-4), при этом имеются существенные замечания по ходу решения, влияющие на конечный результат.

Приложение 2.

Критерии оценки тестов

Ступени уровней освоения компетенций	*Отличительные признаки*	*Показатель оценки сформированности компетенции*
Пороговый	Обучающийся воспроизводит термины, основные понятия, способен узнавать методы, процедуры, свойства.	Не менее 70% баллов за тестовые задания блока 1 и меньше 70% баллов за задания каждого из блоков 2 и 3 *или* Не менее 70% баллов за задания блока 2 и меньше 70% баллов за задания каждого из блоков 1 и 3 *или* Не менее 70% баллов за задания блока 3 и меньше 70% баллов за задания каждого из блоков 1 и 2
Продвинутый	Обучающийся выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, применяет законы.	Не менее 70% баллов за тестовые задания каждого из блоков 1 и 2 и меньше 70% баллов за задания блока 3 *или* Не менее 70% баллов за задания каждого из блоков 1 и 3 и меньше 70% баллов за задания блока 2 *или* Не менее 70% баллов за задания каждого из блоков 2 и 3 и меньше 70% баллов за задания блока 1
Высокий	Обучающийся анализирует, диагностирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.	Не менее 70% баллов за тестовые задания каждого из блоков 1, 2 и 3
Компетенция не сформирована		Менее 70% баллов за тестовые задания каждого из блоков 1, 2 и 3

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технологии металлов и ремонта машин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для лабораторных занятий по курсу

ЛАБОРАТОРНЫЙ РЕМОНТНЫЙ ПРАКТИКУМ

для обучающихся по направлению подготовки

35.04.06 Агроинженерия

Уровень профессионального образования: *магистратура*

Направление подготовки: *35.04.06 Агроинженерия*

Направленность (профиль) образовательной программы:

Цифровые технические системы в агробизнесе

Квалификация выпускника: *магистр*

Форма обучения: *очная и заочная*

Рязань, 2024

Составители: д.т.н., доцент Г.К. Рембалович, к.т.н., Н.Н. Якутин, старший преподаватель А.В. Старунский

УДК 629.1; 631.17; 656.13

Рецензенты:

д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Автотракторная техника и теплоэнергетика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) И.А. Юхин

к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) Д.Н. Бышов

Методические указания для лабораторных занятий по курсу «Лабораторный ремонтный практикум» для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (уровень магистратуры).

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) поколения 3++ по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» (квалификация (степень) «магистр»), утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 26 июля 2017 года №709, и предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по образовательной программе направленности (профиля) «Технические системы в агробизнесе». Предназначены для методического обеспечения лабораторных работ по дисциплине «Лабораторный ремонтный практикум».

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологии металлов и ремонта машин 20 марта 2024 года, протокол №8

Зав. кафедрой ТМ и РМ		Г.К. Рембалович
(должность, кафедра)	(подпись)	(Ф.И.О.)

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» 20 марта 2024 г., протокол №8

Председатель учебно-методической комиссии		Д.О. Олейник
	(подпись)	(Ф.И.О.)

© ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024

© Коллектив авторов, 2024

ВВЕДЕНИЕ

Реализуя стратегию инновационного развития России, отечественная промышленность обязана использовать передовые технологии и соответствующие кадровые ресурсы, способные не только обслуживать наукоёмкое высокоэффективное сельскохозяйственное производство, но и быть готовыми к поддержанию в исправном и работоспособном состоянии существующих и внедрению новых машин и оборудования, технологических процессов, в том числе основанных на современных технологиях, применяемых в агропромышленном комплексе.

Образовательная программа по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, ориентирована на подготовку магистров.

Цель дисциплины "Лабораторный ремонтный практикум" - дать знания и практические навыки по основам организации и технологии ремонта машин на основе теории и методов научного познания.

В результате изучения дисциплины будущий выпускник готовится к решению следующих задач:

– проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции;

– проектирование технологических процессов производства хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на основе современных методов и средств;

– проектирование систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскозояйственного назначения;

– выполнение функций преподавателя в образовательных организациях;выбор машин и оборудования для ресурсосберегающих технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

– обеспечение эффективного использования и надежной работы сложных технических систем в растениеводстве и животноводстве;

– поиск путей сокращения затрат на выполнение механизированных и электрифицированных производственных процессов;

– разработка технических заданий на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации, электрификации, автоматизации и средств технологического оснащения;

– анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств, выбор из них оптимальных для условий конкретного производства;

– оценка инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий;

– разработка мероприятий по повышению эффективности производства, изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства;

– разработка мероприятий по охране труда и экологической безопасности производства;

– выбор оптимальных инженерных решений при производстве продукции (оказании услуг) с учетом требований международных стандартов, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;

– управление коллективом, принятие решений в условиях спектра мнений;

– прогнозирование и планирование режимов энерго- и ресурсопотребления;

– поиск инновационных решений технического обеспечения производства продукции (оказания услуг) с учетом требований качества и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;

– организация работ по совершенствованию машинных технологий и электротехнологий производства и переработки продукции растениеводства и животноводства;

– организация технического обслуживания, ремонта и хранения машин, обеспечения их топливом и смазочными материалами;

– повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности;

– адаптация современных систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов;

– подготовка отзывов и заключений на проекты инженерно-технической документации, рационализаторские предложения и изобретения;

– проведение маркетинга и подготовка бизнес-планов производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг;

– управление программами освоения новой продукции и внедрение перспективных технологий;

– координация работы персонала при комплексном решении инновационных проблем – от идеи до реализации на производстве;

– организация и контроль работы по охране труда.

Лабораторная работа № 1

Балансировка вращающихся узлов и деталей машин

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о способах балансировки вращающихся деталей.

1.2. Изучить технологический процесс балансировки вращающихся деталей.

1.3. Приобрести навыки балансировки вращающихся деталей на технологическом оборудовании.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить технологический процесс балансировки вращающихся деталей (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

В машинах много вращающихся деталей и сборочных единиц, определяемых общим термином - ротор. У роторов, из-за наличия неуравновешенных масс, при вращении возникают центробежные силы. Неуравновешенность ротора возникает из-за неточности его изготовления (даже в пределах допусков), неточности сборки (несоосность и др.), неравномерного изнашивания поверхностей и т.д. Вращающиеся неуравновешенные роторы дополнительно нагружают опоры и машину в целом, что приводит к ускоренному износу подшипников, вибрации рам и др. В результате этого разрушаются сварные швы, ослабевают крепления узлов. Так, например, после перешлифовки коленчатого вала под ремонтный размер он становится неуравновешенным, и дисбаланс превышает допустимые значения в 2...5 раз. По этой причине, если не балансировать коленчатый вал, ресурс отремонтированного двигателя снижается на 10... 12%.
Таким образом, балансировка роторов является важной технологической операцией процесса ремонта машин, повышающей их надежность.

Балансировка. Общие положения.

Неуравновешенность ротора ликвидируется его ***балансировкой.***

Балансировкой называется ***процесс определения*** значений и углов дисбалансов ротора и уменьшения их ***корректировкой*** его масс. Корректировка ротора это ***процесс изменения или перемещения*** корректирующих масс для уменьшения дисбалансов ротора. **Корректирующая масса** - масса, используемая для уменьшения дисбалансов ротора. Эта масса может добавляться к телу ротора или удаляться (изыматься) из него, а также перемещаться по телу ротора и располагаться в плоскости коррекции, перпендикулярной оси ротора, в которой расположен центр корректирующей массы.

В зависимости от вида неуравновешенности ротора применяются два вида балансировки его: статическая и динамическая.

Качество балансировки ротора оценивается допустимым, т.е. ***наибольшим остаточным дисбалансом*** в рассматриваемой плоскости, перпендикулярной оси ротора, который считается приемлемым. Нормы остаточного дисбаланса приведены в технических требованиях на ремонт машин (таблица 1.3).

Типы деталей, учитывающие вид балансировки.

Все детали, применяемые в машинах, условно можно разделить на два типа, для которых достаточно или статической, или динамической балансировок. Согласно вывода 4 по динамической неуравновешенности ротора, при уменьшении длины (L) его (выражение 10) главный момент дисбалансов ($\overline{M}_{Д}$) будет постоянно уменьшаться и практически стремиться к нулю. Таким образом, останется неравным нулю только главный вектор дисбалансов ($\overline{Д}_{ст}$) (выражение 10). Поэтому детали при небольшой длине (толщине) и достаточно большом диаметре достаточно подвергать статической балансировке. Такие детали относятся к деталям типа *«диск»* и соотношение их размеров определяется выражением

$$\frac{Д}{L} \rangle 10,$$

где $Д$ – диаметр детали, мм;

L – длина (толщина) детали, мм.

К деталям такого типа относятся маховики, диски сцепления, приводные шкивы, вентиляторы, тормозные барабаны, звездочки и др.

Если длина (L) детали достаточно большая по сравнению с ее диаметром, то решающее значение в динамической неуравновешенности ее будет зависеть от главного момента дисбалансов ($\overline{M}_{Д}$). Такие детали будут относиться к деталям типа *«вал»* и соотношение их размеров определяется выражением

$$\frac{L}{Д} \rangle 10,$$

Этот тип деталей представляют коленчатые валы, карданные валы, молотильные барабаны, приемные шнеки жаток и др.

Детали (изделия) данного типа должны подвергаться только динамической балансировке.

Статическая балансировка.

Статическая балансировка - балансировка деталей типа «диск», при которой определяется и уменьшается главный вектор дисбалансов ($\overline{Д}_{ст}$) ротора, характеризующий его статическую неуравновешенность. Статическую балансировку проводят в одной плоскости коррекции, но иногда удобно для этой плоскости корректирующую массу разделить для нескольких параллельных плоскостей или по ряду точек, расположенных на определенном радиусе расположения корректирующей массы. На рис.6 неуравновешенную массу (m_1) для уменьшения дисбаланса ($\overline{Д}_{ст}$) можно удалить или на противоположную сторону (показано пунктиром) добавить такую же массу ($m_к$) на таком же эксцентриситете ($\bar{e}_к = \bar{e}_1$). А также можно изменить эксцентриситет *($e_к$)* корректирующей массы и по формуле (3) рассчитать значение этой массы:

$$m_к = \frac{\left|\overline{Д}_{ст}\right|}{\left|\bar{e}_к\right|},$$

где $m_к$ - корректирующая масса, г;

$\bar{e}_к$ - выбранный эксцентриситет корректирующей массы, мм.

При этом добавленная или удаленная массы должны располагаться в той же продольной плоскости (1-1), что и точечная неуравновешенная масса (m_1).

При вращении такого ротора на призмах или роликах, он после прекращения вращения займет безразличное состояние. Однако при вращении до балансировки ротор всегда останавливается в одном и том же положении, т.е. главный вектор дисбалансов направлен всегда вертикально вниз.

При статической балансировке корректирующую массу определяют опытным путем, добиваясь безразличного состояния ротора при вращении.

Динамическая балансировка.

Такой балансировке подвергают роторы типа «вал». ***Динамическая балансировка*** - балансировка, при которой определяются и уменьшаются дисбалансы ротора, характеризующие его динамическую неуравновешенность (

$\overline{M}_д, \overline{Д}_{ст}$). На практике, чаще всего определяют два приведённых вектора дисбалансов правого и левого концов ротора ($\overline{Д}_п, \overline{Д}_л$) (Рис. 4) и после этого они устраняются в каждой из двух выбранных плоскостей коррекции, перпендикулярных оси ротора. Определение дисбалансов достигается вращением ротора на специальных станках. Балансируемый ротор устанавливают на упругие опоры (люльки) станка. При его вращении на опорах, неуравновешенные массы создают неуравновешенные центробежные силы инерции и моменты, которые вызывают колебания опор в горизонтальной плоскости. Амплитуды механических колебаний опор специальными устройствами преобразуются в электрические сигналы, которые регистрируются миллиамперметром, со шкалой проградуированной в единицах дисбаланса [г·мм].

Угол расположения дисбаланса определяется стробоскопическим эффектом и отсчитывается по лимбу маховика, а устанавливают этот угол поворотом того же маховика (градус).

Дисбалансы измеряют поочередно для каждой из опор (левой, правой). При необходимости данные операции повторяются.

При динамической балансировке устраняются как статическая, так и моментная неуравновешенности.

Балансировочные станки.

Балансировочный станок - станок, определяющий дисбалансы ротора для уменьшения их корректировкой масс.

В зависимости от вида балансировки применяют станки для статической и динамической балансировок. Балансировочный станок, определяющий только главный вектор дисбалансов - станок для статической балансировки. На таких станках главный вектор дисбалансов ротора может определяться:

а) при помощи силы тяжести на не вращающемся роторе;

б) на вращаемом им роторе (в динамическом режиме);

Балансировочный станок, определяющий дисбалансы на вращаемом им роторе является станком для динамической балансировки.

Станки для статической балансировки.

Для статической балансировки при помощи силы тяжести на не вращающемся роторе применяют различные станки (Рис. 1.7, 1.8, 1.9). Для этого ротор на точно обработанную и уравновешенную оправку и устанавливают на горизонтальные призмы или рамки с малым сопротивлением трения в опорах выставленных по уровню. Призмы изготавливают из стали длиной 400...500мм, шлифуют с шириной рабочей части 2...3мм и закаливают. Рамки на станке

устанавливают по два на сторону. Статическая балансировка на рамках точнее, чем на призмах.

Для статической балансировки в динамическом режиме применяют станки 9765, 9А764, зарубежные «Шенк», «Гофман» и др.

Таблица 1.1. Техническая характеристика станков.

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя и марка стан-	
		9765	9А764
1	Масса балансируемого изделия,m	не более 10	1…100
2	Наибольший диаметр ротора, мм	1000	600
3	Частота вращения, мин$^{-1}$	900	1000/2000
4	Масса станка, кг	2125	500

Станки для динамической балансировки.

На ремонтных предприятиях наибольшее применение получил универсальный балансировочный станок (машина) БМ-У4, предназначенный для балансировки коленчатого вала в сборе с маховиком и сцеплением, молотильных барабанов и др. изделий.

Таблица 1.2. Техническая характеристика станка БМ-У4.

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1	Масса балансируемого ротора, кг	не более 100
2	Расстояние между серединами опор, мм	
	наименьшее	260
	наибольшее	1000
3	Частота вращения, с$^{-1}$	12
4	Мощность электродвигателя, кВт	3,5

Устройство и принцип работы станка БМ-У4.

Устройство.

Литые чугунные стойки 1 и 4, плита 2, стальные трубы 3, жёстко соединённые между собой, составляют станину станка (рис. 1.10).

На трубчатых составляющих станка укрепляются две опоры 14 и 16, которые после перемещения в заданное положение в зависимости от длины балансируемой детали закрепляются винтами 17.

На стойке 4 жёстко укреплена шпиндельная бабка 5, а внутри стойки 4 смонтирован электронный блок. Привод станка включает себя электродвигатель, шкив, приводной ремень.

Электродвигатель управляется кнопочной станцией 13.

На стойке 1 смонтирован щит с электрооборудованием. Включение электрооборудования станка производится пакетным выключателем 18.

На опорах 14 и 16 (рис. 1.10) крепятся кронштейны 1 (рис. 1.11), на которых монтируются электромагниты 2, масляный насос 3 и фильтр 4.

Электромагниты служат для автоматического запирания и отпирания люлек и приведения в действие масляного насоса.

В корпусах опор 5 на стальных лентах 6 подвешены люльки 7, смонтированы масляные гасители колебаний люлек (демпферы), преобразователи и механизм запирания опор 8. кроме этого, к корпусам опор прикреплены бачки 9 для автоматической смазки вкладышей. Количество масла для смазки вкладышей регулируется иглой 10. Сменные вкладыши 11 (в зависимости от диаметра шейки ротора) под шейки балансируемой детали крепятся на полулюльках 12 цапфами 13. Демпферы подвешены к люлькам на стальных лентах 6.

После включения двигателя через 8.. .6 сек, когда частота вращения ротора достигает номинальной, люльки растормаживаются включением электромагнитов 2. При выключении двигателя магниты обесточиваются и запирают опоры.

Принцип действия.

Привод ротора осуществляется от электродвигателя через ременную передачу на шкив шпинделя.

Со шпинделя через муфту и приводной вал вращение передаётся на балансируемый ротор. Неуравновешенность ротора вызывает механические колебания люлек опор. С помощью преобразователя механические колебания преобразуются в колебания электрического тока. Выходное напряжение преобразователя, пропорциональное значению дисбаланса, усиливается в электронном блоке и поступает на индикатор значения дисбаланса. Переключателем на пульте осуществляется коммутация изменений значений дисбалансов в левой и правой плоскостях коррекции.

Угол дисбаланса определяется с помощью стробоскопического индикатора.

Стробоскопический индикатор управляется напряжением преобразователя, причём каждый раз, когда вектор дисбаланса оказывается в горизонтальной плоскости, проходящей через ось ротора, и направлен в сторону преобразователя, лампа вспыхивает, показывая угол коррекции.

На маховике цифру с найденным углом коррекции совмещают с красной стрелкой. В этой плоскости у ротора высверливают излишек металла или добавляют его с противоположной стороны изделия.

Особенности балансировки коленчатых валов V-образных двигателей.

Балансировка коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ, ЗИЛ-13О, ЗМЗ-53, КамАЗ-740 и СМД-60 отличается от известной балансировки коленчатых валов рядных двигателей.

V-образные двигатели имеют неуравновешенный момент сил инерции первого порядка и центробежных сил. Указанные выше коленчатые валы необходимо балансировать, строго выполняя технические требования, изложенные в рабочих чертежах на коленчатый вал, то есть путём установки на каждую шатунную шейку специальных прецезионно изготовленных грузов.

Без технологических грузов балансировать выше указанные коленчатые валы запрещается.

В комплекс специального приспособления входят:

ротор контрольный с грузиком, создающий дисбаланс 8000 г·мм;

специальные грузы на ремонтные размеры коленчатого вала;

технологические противовесы, передний и задний для коленчатого вала двигателя ЯМЗ-238НБ и задний для СМД-60.

Подготовка к балансировке коленчатых валов указанных выше типоразмеров осуществляется следующим образом:

а) очистить коренные и шатунные шейки от пыли и других наслоений;

б) одеть и закрепить на вал данного типоразмера специальные грузы;

в) одеть и закрепить (для коленчатого вала двигателя ЯМЗ-238НБ) технологические противовесы, передний и задний; для коленчатого вала СМД-60 –только задний;

г) надеть приводную муфту на вал и повернуть за маховик, убедившись в плавности прокручивания вала;

д) произвести настройку станка.

После выполнения перечисленных выше пунктов можно приступить к балансировке коленчатых валов.

Выкручивание пробок из специальных грузов категорически запрещается.

5. Задание студенту.

1. Закрепить знания о сущности статической и динамической балансировки вращающихся деталей.

2. Закрепить знания устройства и принципа действия станка БМ-У4.

3. Научиться самостоятельно производить балансировку коленчатого вала двигателя ЗМЗ-402:

а) определять величину неуравновешенности и угол дисбаланса для левой и правой части вала;

б) рассчитывать массу излишнего металла, которую необходимо снять с тяжёлой стороны:

$$m_к = \frac{\left|\overline{Д}_M\right|}{\left|\overline{e}_к\right|},$$

где m – масса излишнего металла, г;

$\left|\overline{Д}_M\right|$ – дисбаланс,г·мм;

$\left|\overline{e}_к\right|$ – расстояние от оси коренных шеек до места снятия излишнего металла, м;

в) корректировать массу вала за счёт резьбовых вставок на щёках изделия;

г) балансировать вал до требований ТУ (табл. 1.1);

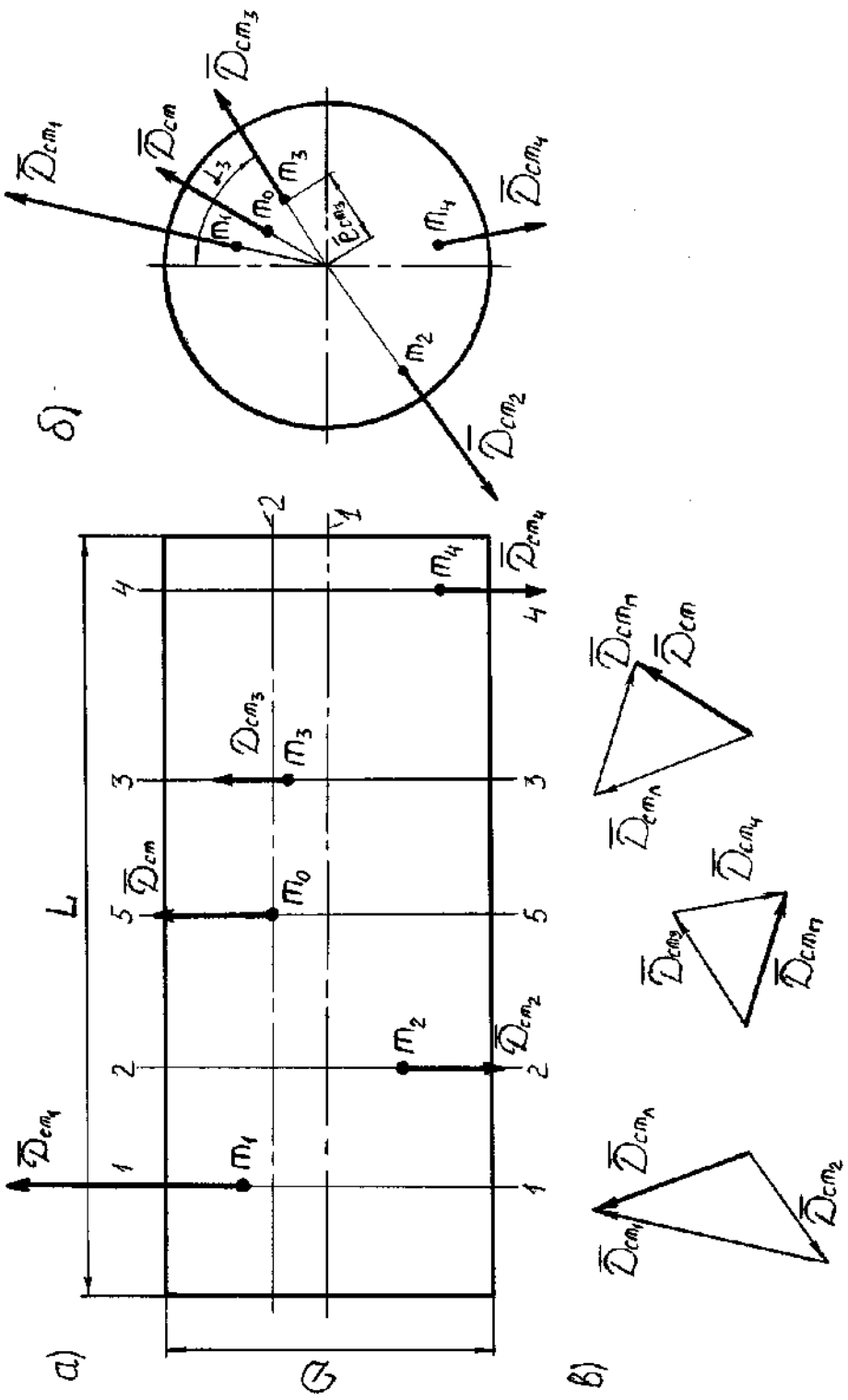
д) результаты опытов занести в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Данные опытов по определению неуравновешенности коленчатого вала двигателя ЗМЗ-402.

№ опыта	Дисбаланс				Масса излишнего металла	
	г·мм		градус			
	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.
1 2 3						

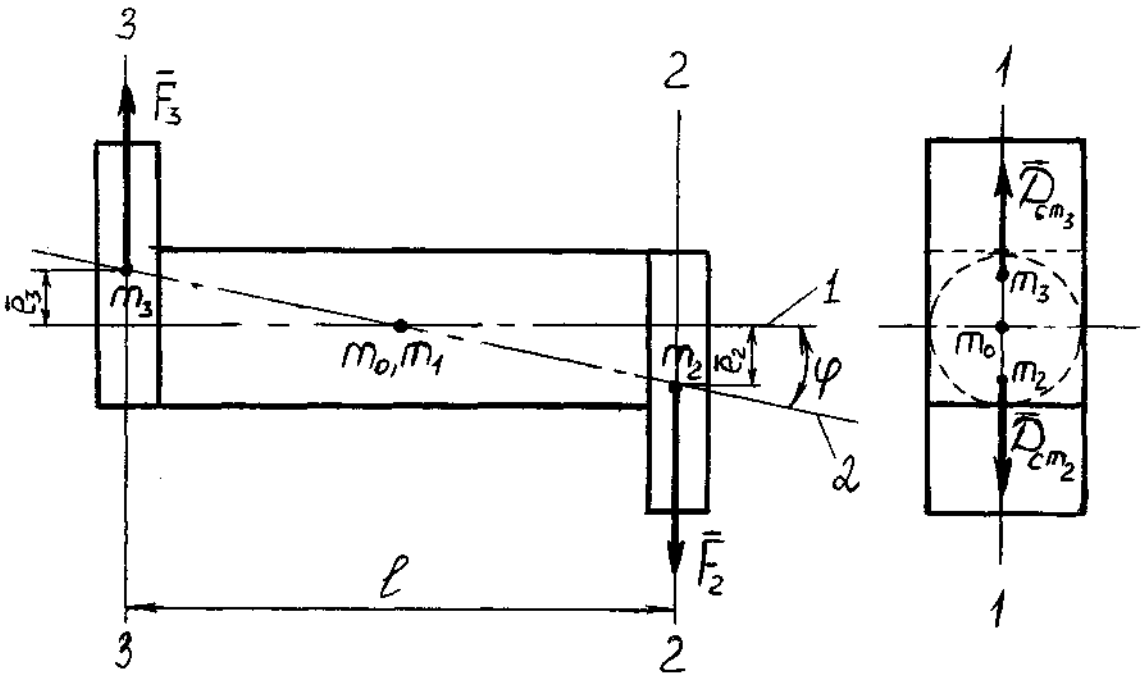
4. Оформить отчёт о проделанной работе и подготовить ответы на контрольные вопросы.

5. Сделать заключение о результатах балансировки вращающихся деталей.



1 – ось ротора (ось вращения); 2 – главная центральная ось инерции; m_0 – центр масс ротора; m_1, m_2, m_3, m_4 – точечная неуравновешенная масса; $\bar{e}_{cm}$ – эксцентриситет центра масс; $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3, \bar{e}_4$ – эксцентриситеты точечных неуравновешенных масс; 1–1, 2–2, 3–3, 4–4 – плоскости расположения точечных масс; 5–5 – плоскость расположения центра масс; а, б – проекции ротора; в – векторная сумма дисбалансов.

Рисунок 1.1 – Схема статической неуравновешенности ротора.



1 – ось ротора; 2 – главная центральная ось инерции; m_0, m_1 – центр масс ротора и центр масс вала; $\bar{e}_2, \bar{e}_3$ – эксцентриситеты масс m_2, m_3; l– осевое расстояние между точечными массами; φ – угол поворота главной центральной оси инерции.

Рисунок 1.2 – Схема действия сил в статически уравновешенном роторе.

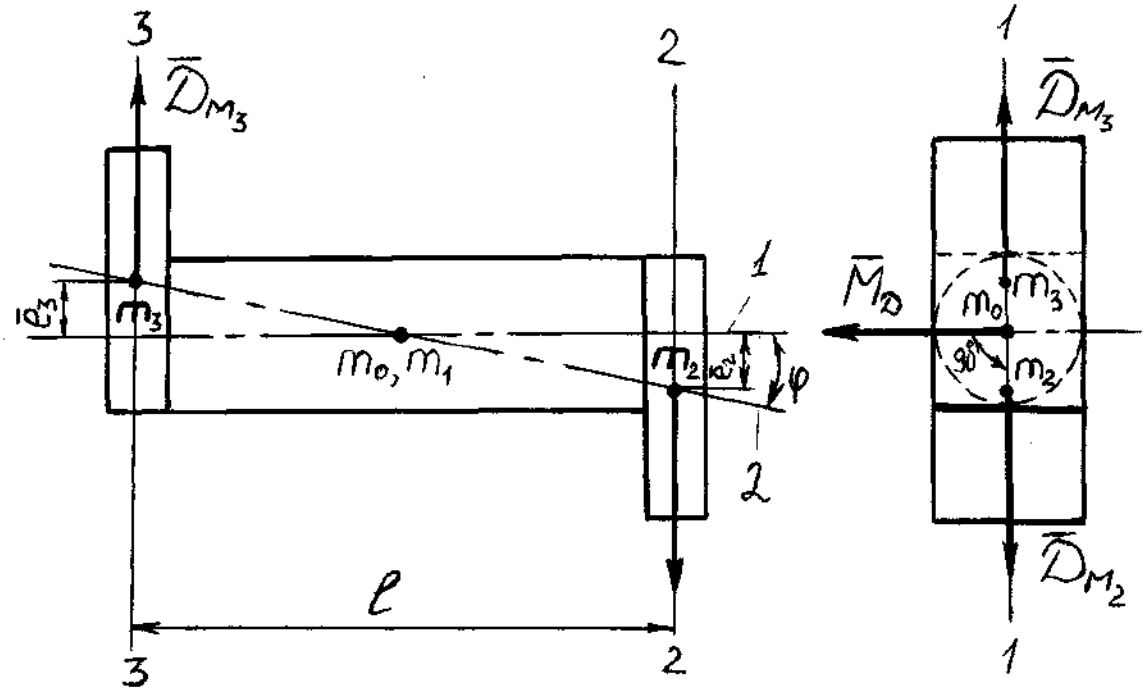


Рисунок 1.3 – Схема моментной неуравновешенности.

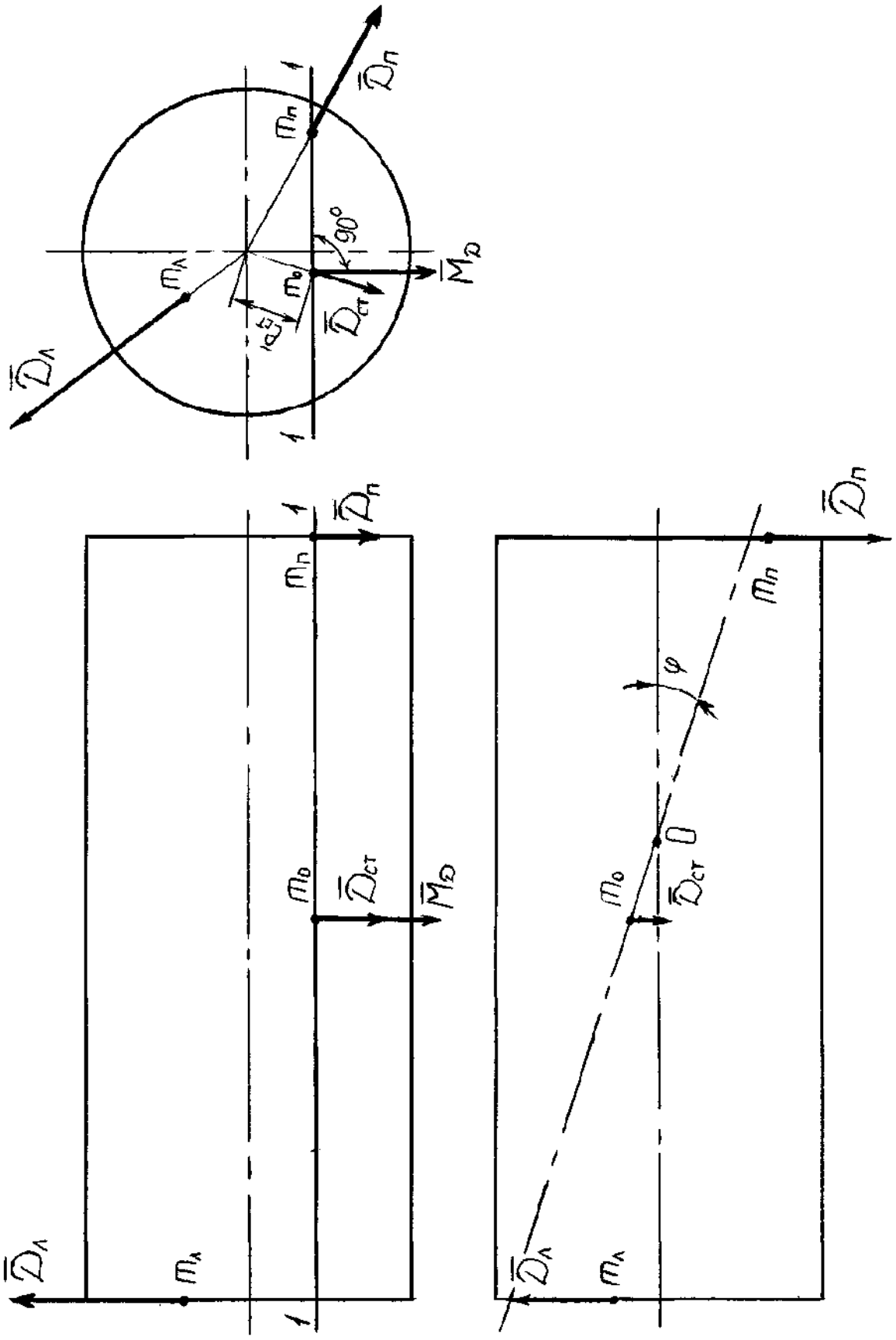
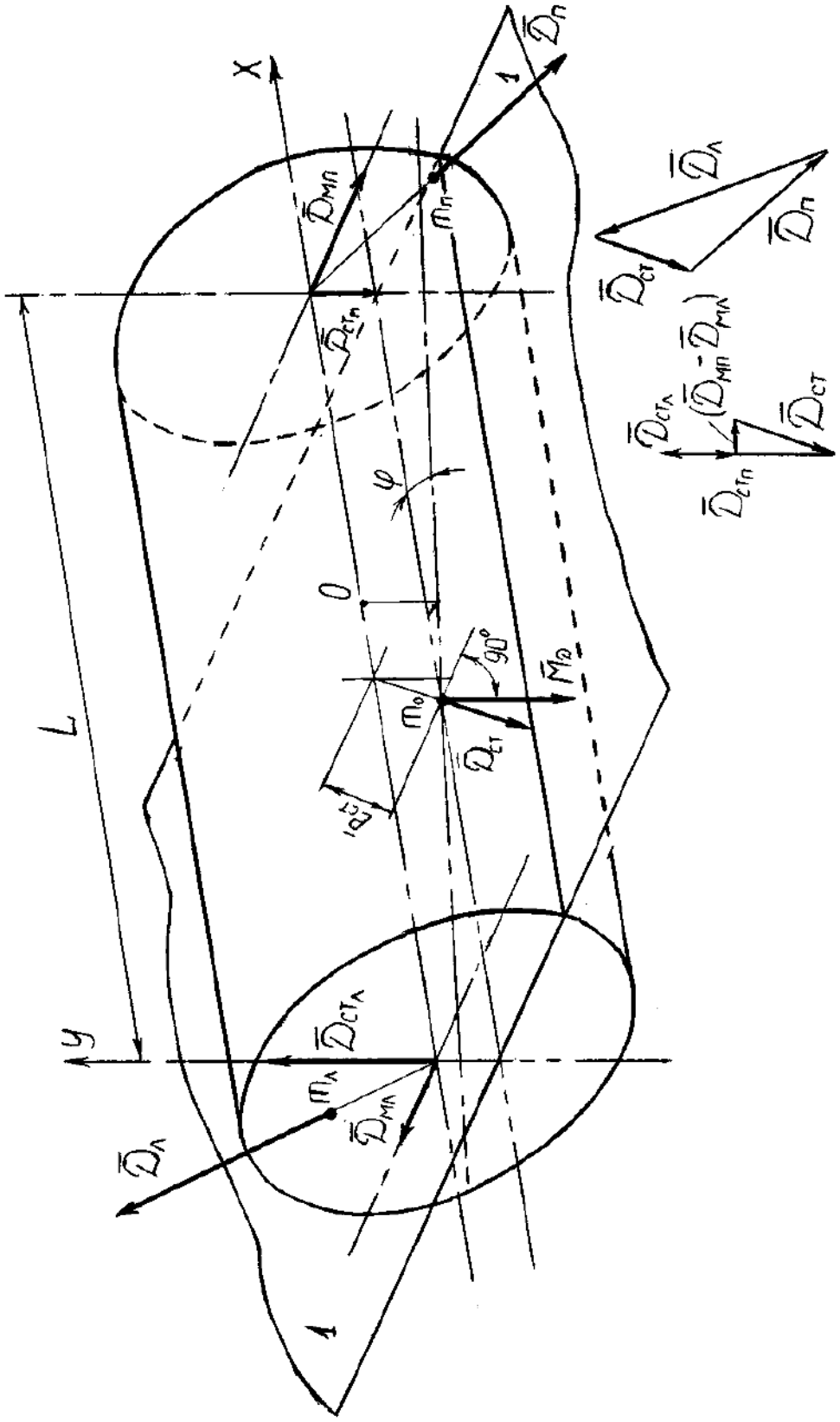
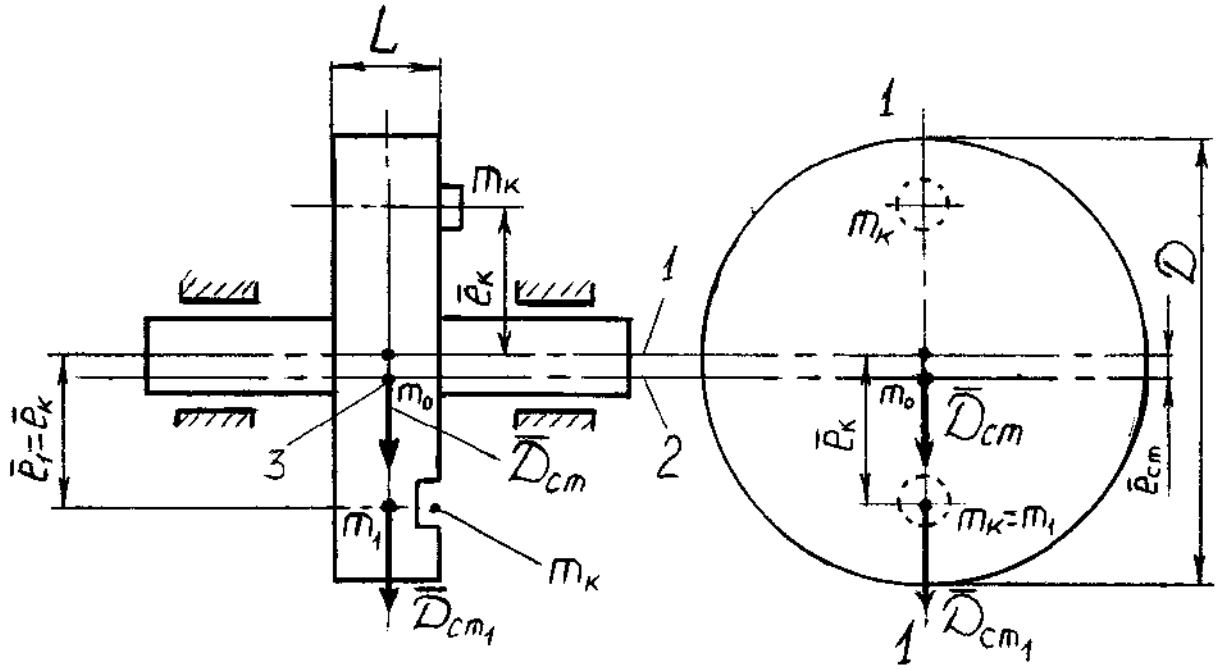


Рисунок 1.4 – Схема динамической неуравновешенности ротора.



О – точка перекрещивания оси ротора с главной центральной осью инерции.

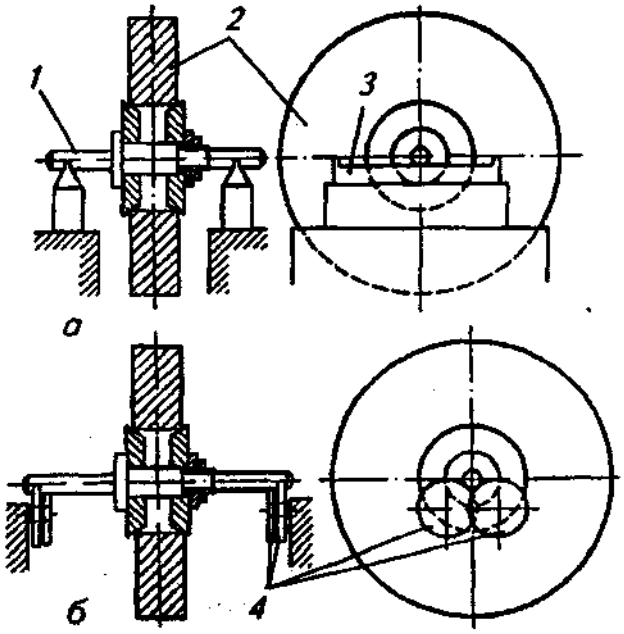
Рисунок 1.5 – Проекции ротора при динамической неуравновешенности.



1 – ось ротора (ось вращения); 2 – главная центральная ось инерции; 3 – центр масс ротора (m0); m1 – точечная неуравновешенная масса; m2 – корректирующая масса; $\bar{e}_{cm}$ – эксцентриситет центра масс; $\bar{e}_1, \bar{e}_2$ – эксцентриситеты точечной неуравновешенной и корректирующей масс.

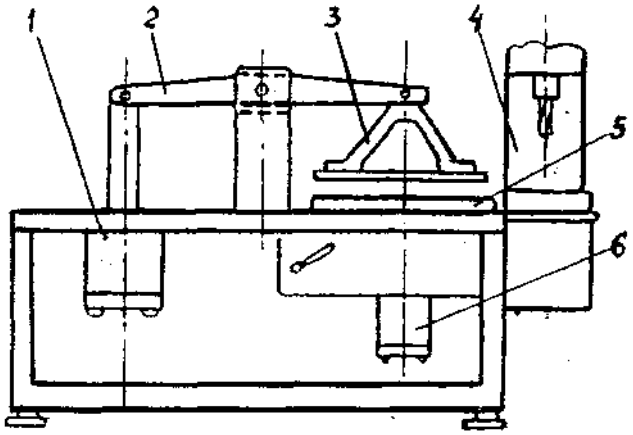
$$\overline{Д}_{cm} = \overline{Д}_{cm_1}$$

Рисунок 1.6 – Схема статической балансировки ротора.



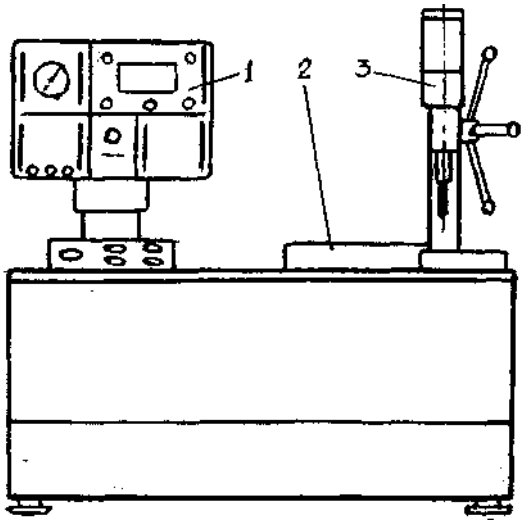
1 – оправка; 2 – деталь; 3 – параллельные призмы; 4 – дисковые ролики.

Рисунок 1.7 – Схемы статической балансировки деталей на призмах (а) и роликах (б).



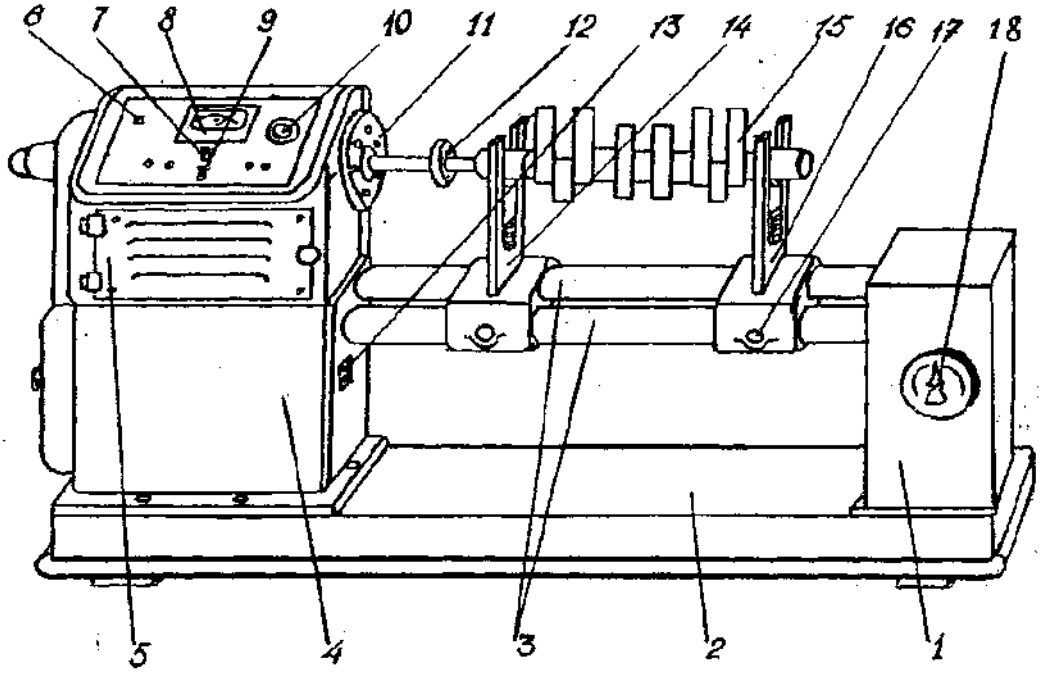
1 – пневмоцилиндр для сборки; 2 – рычаг; 3 – крестовина; 4 – головка сверлильная; 5 – приспособление для сборки и балансировки сцепления; 6 – пневмофильтр для балансировки.

Рисунок 1.8 – Стенд КИ – У966 для сборки и балансировки сцепления.



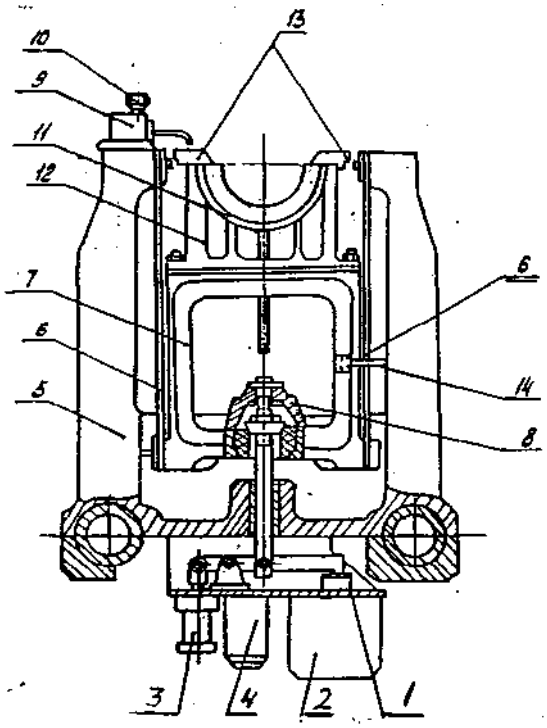
1 – блок управления и измерения; 2 – устройство для балансировки сцепления; 3 – головка сверлильная.

Рисунок 1.9 – Станок балансировочный 9765.



1 – стойка с электрощитом; 2 – плита основания; 3 – стальные трубы; 4 – стойка с электронным блоком; 5 – шпиндельная бабка; 6 – контрольная лампа; 7 и 9 – переключатель; 8 – прибор для измерения неуравновешенности; 10 – окно стробоскопа; 11 – маховик; 12 – приводная муфта; 13 – кнопки управления; 14 и 16 – опоры; 15 – коленчатый вал; 17 – винт стопорения опоры; 18 − пакетный выключатель.

Рисунок 1.10 – Балансировочная машина БМ – У4.



1 – кронштейн; 2 – электромагнит; 3 – масляный насос; 4 – фильтр; 5 – опора; 6 – лента стальная; 7 – люлька; 8 – механизм запирания опор; 9 – бачок для автоматической смазки вкладышей; 10 – игла; 11 – вкладыши сменные; 12 – полулюлька; 13 – цапфа.

Рисунок 1.11 – Опора для установки коленчатого вала.

Таблица 1.4. Допустимые значения дисбаланса деталей и узлов автотракторных двигателей.

№ п/п	Наименование детали, узла	Модель двигателя	Дисбаланс, г·мм
1	Коленчатый вал	ЗМЗ-24, ЗМЗ-402	100…150
		Д-240, ЗиЛ-130	200…500
		ЯМЗ-240	400…600
2	Коленчатый вал в сборе:		
	с маховиком	ЗиЛ-130, Д-240	350…800
		ЯМЗ-240	700…1000
	с сцеплением	ЗМЗ-24, ЗМЗ-402	200…500
		ЗиЛ-130	500…700
3	Маховик	ЗМЗ-24, ЗМЗ-402	300…400
		Д-240, ЯМЗ-240	400…600
4	Диск сцепления ведомый в сборе	ЗМЗ-24, ЗМЗ-402	100
5	Диск сцепления нажимной в сборе	ЗМЗ-24, ЗМЗ-402	250
6	Сцепление в сборе	ГАЗ, ЗиЛ, СМД, Д-240, ЯМЗ-240	250…500
7	Шкив коленчатого вала	ЗМЗ-24, ЯМЗ-240, СМД, Д-240	250…300
8	Шкивы генератора, компрессора, водяного насоса	ЗМЗ-24, ЯМЗ-240, СМД, Д-240	80…250
9	Ротор масляного фильтра	ЯМЗ-240, СМД	1,5…2,0
10	Колесо гидромуфты	ЯМЗ-240	3,0
11	Вентилятор	ЯМЗ-240, СМД	250…300
12	Крыльчатка водяного насоса	ЗМЗ-24, ЯМЗ-240, СМД	30…80

Контрольные вопросы:

1. Каково влияние дисбаланса вращающихся узлов и деталей на надежность машин?
2. Понятие неуравновешенности, её виды и сущность.
3. Основные виды балансировки и их краткая характеристика.
4. Причины появления дисбаланса при изготовлении, в эксплуатации и ремонте, допустимые значения.
5. Устройство и принцип действия балансировочного оборудования, определение величины и угла дисбаланса.
6. Описание работы на станке БМ – У4.
7. Определение величины и угла дисбаланса коленчатого вала на станке БМ – У4.

Лабораторная работа № 2

Технология ремонта резьбовых соединений

Цель работы

1. Изучить способы ремонта резьбовых соединений.
2. Изучить технологический процесс изготовления резьбовых спиральных вставок и ввертышей.
3. Ознакомится с оснасткой и инструментом, применяемым для ремонта резьбовых отверстий спиральными вставками и ввертышами.
4. Приобрести практические навыки по ремонту резьбовых отверстий спиральными вставками.

Порядок выполнения работы

1. Изучить основные правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы
2. Изучить способы ремонта резьбовых соединений.
3. Изучить назначение технологической оснастки и инструмента применяемого при ремонте.
4. Изучить технологию изготовления резьбовых спиральных вставок.
5. Произвести ремонт резьбового отверстия с помощью спиральной вставки.
6. Составить технологический процесс ремонта резьбовых отверстий резьбовыми спиральными вставками.

Оснащение рабочего места

1. Имитатор корпусной детали с изношенными резьбовыми отверстиями М12х1,5 (метрическая резьба диаметром 12 мм и шагом 1,5мм).
2. Набор метрических резьбомеров.
3. Дрель электрическая ручная ИЭ-1049э с патроном 3-16 В18.
4. Спиральное сверло диаметром 12,5 мм с цилиндрическим хвостовиком, средней серии.
5. Метчик М14х1,5.
6. Комплект приспособлений для ремонта отверстий резьбовыми спиральными вставками ПИМ-5343.

Техника безопасности при выполнении работы

1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.
2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.
3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

Способы ремонта резьбовых соединений

В любой машине свыше 60 % деталей имеют резьбу. В автомобилях применяют резьбовые соединения с размерами резьбы М5...М30, чаще всего М6...М16. При эксплуатации машин резьба изнашивается, витки сминаются, деформируются и срываются. Причем изнашиванию и повреждениям подвергаются, прежде всего, резьбовые отверстия. Незначительные повреждения резьбы (смятие, деформации отдельных витков) устраняют калибровкой ее метчиком или плашкой. При срыве более двух ниток и других серьезных повреждениях применяют различные методы восстановления резьбы в зависимости от конструкции детали, типа резьбы (наружная или внутренняя) и т.д.

Наружную резьбу (на валах, осях и т.д.) восстанавливают следующими способами:

- нарезанием резьбы ремонтного размера;
- наплавкой и нарезанием резьбы номинального размера;
- электроконтактной приваркой проволоки;
- заменой изношенной резьбовой части детали.

Старую резьбу срезают на токарном станке и нарезают новую резьбу меньшего размера, например, вместо М16 нарезают М14. Это простой, доступный и дешевый способ. К недостаткам относят: потребность в замене или ремонте соединенной детали; нарушение взаимозаменяемости деталей соединения и уменьшение его прочности.

Для восстановления резьбы до номинального размера применяют механизированную наплавку, чаще вибродуговую и в среде CO_2, реже под флюсом и в среде пара. Перед наплавкой старую резьбу срезают. После наплавки деталь протачивают и нарезают резьбу номинального размера. Припуск на обтачивание должен составлять 2...3 мм на сторону.

При наплавке резьбы возникает нежелательное термическое воздействие на соседние закаленные участки детали (шейку под подшипник, шлицы и др.). Такая наплавка затруднена на валах малых диаметров. Эти недостатки отсутствуют при восстановлении резьбы электроконтактной приваркой проволоки.

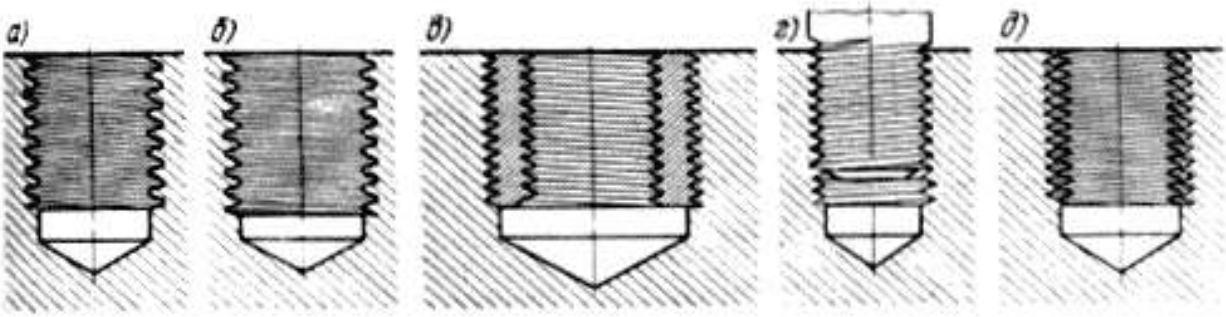
Сущность способа заключается в том, что сварочную проволоку (типа Св-08) диаметром, равным шагу резьбы, укладывают между витками очищенной резьбы, зажимают и приваривают проволоку по винтовой линии. После приварки проволоки деталь обтачивают и нарезают резьбу номинального размера.

Иногда конец детали с изношенной резьбой отрезают, изготовляют новую часть детали, которую свертывают или сваривают с оставшейся частью. Затем нарезают резьбу номинального размера. При большом диаметре резьбы иногда ее не отрезают, а обтачивают, затем напрессовывают кольцо и нарезают резьбу номинального размера. Этот способ трудоемкий, и поэтому его применяют для восстановления резьбы на крупных дорогих валах, когда другие способы нельзя применить (например, изношена резьба ремонтного размера, а наплавить ее нет возможности).

Внутреннюю резьбу восстанавливают чаще всего в корпусных и других базисных деталях, изготовленных из чугуна и алюминиевых сплавов. При этом независимо от материала деталей характер износа резьбовых отверстий одинаков: наибольший износ и срывы имеют первые два-три витка резьбы, остальные витки изнашиваются значительно меньше. Это объясняется различной нагрузкой на витки резьбового соединения: первый виток нагружен в пять-шесть раз больше последнего.

Внутреннюю резьбу восстанавливают следующими способами (рисунок 1):

- нарезанием резьбы ремонтного размера;
- нарезанием резьбы номинального размера на новом месте;
- заваркой отверстия и последующим сверлением и нарезанием резьбы номинального размера;
- с применением полимерных композиций;
- постановкой резьбовой пробки (ввертыша);
- установкой резьбовой спиральной вставки.



а) – заварка отверстий с последующим нарезанием резьбы номинального размера;
б) – нарезание резьбы увеличенного размера (ремонтная резьба); в) – установка ввертыша;
г) – стабилизация и стопорение при помощи металлополимерных композиций;
д) – установка спиральной вставки
Рисунок 1 – Способы восстановления резьбы.

В случае нарезания резьбы ремонтного размера часто приходится изготавливать ступенчатую шпильку. Нарезание резьбы на новом месте возможно в том случае, если конструкция деталей соединения позволяет изменить расположение резьбового отверстия без нарушения взаимозаменяемости (ступицы, фланцы и др.). При заварке резьбовых отверстий в алюминиевых и чугунных деталях необходимо помнить о трудностях и особенностях сварки этих материалов, которые приводят к резкому снижению прочности резьбы. Перед заваркой обязательно удаляют старую резьбу.

В качестве полимерных композиций при восстановлении резьбовых соединений обычно используют составы на основе эпоксидной смолы. При зазоре в резьбовом соединении до 0,3 мм применяют состав (по массе): эпоксидная смола ЭД-16 – 100 частей; дибутилфтолат (ДБФ) – 15 частей; полиэтиленполиамин (ПЭПА) – 8...10 частей.

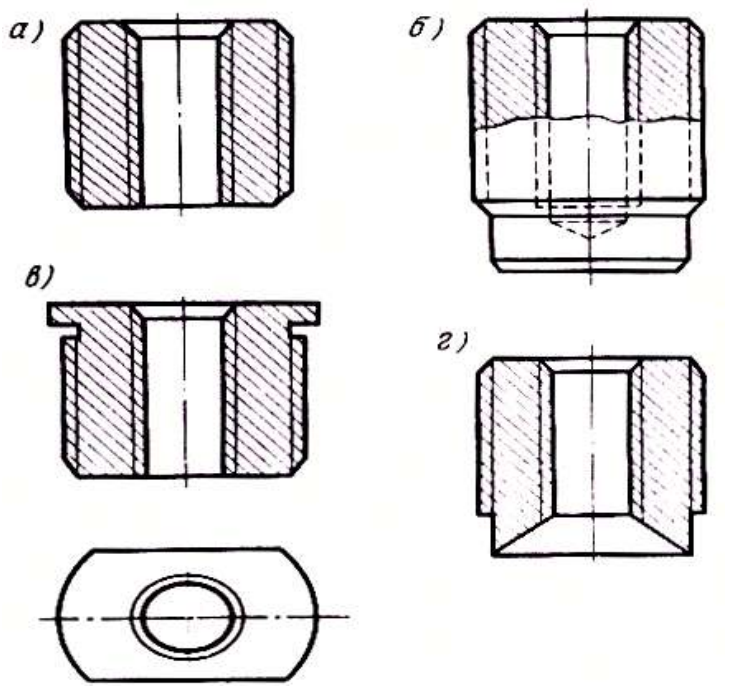
Если зазор больше 0,3 мм, то в указанный состав добавляют металлические порошки. Часто при восстановлении резьбового соединения с зазором до 0,3 мм, а также для его стопорения в состав вводят не 15, а 45 частей ДБФ, что облегчает последующее отворачивание. Для восстановления малоизношенных резьбовых соединений и стопорения резьбы применяют также анаэробные герметики типов «Анатерм», «Унигерм» и др.

Восстанавливаемые резьбовые поверхности соединения (отверстие и шпильку или болт) зачищают до металлического блеска, дважды обезжиривают ацетоном, сушат и наносят на них полимерный состав. Затем заворачивают шпильку или болт в резьбовое отверстие, удаляют вытесненные излишки состава и отверждают.

При постановке резьбовой пробки изношенное резьбовое отверстие рассверливают или растачивают, нарезают в нем резьбу и ввертывают в него пробку. Затем в ней сверлят отверстие и нарезают резьбу номинального размера. Часто резьбовые пробки дополнительно закрепляют посредством клеевых композиций или стопорными шпильками, ввернутыми на границе пробки с деталью.

Пробки изготавливают из мало- и среднеуглеродистых сталей независимо от материала ремонтируемой детали. Основные типы ввертышей показаны на рисунке 2.

Восстановление резьбовых отверстий постановкой ввертышей имеет следующие преимущества: позволяет восстанавливать сильно изношенные отверстия корпусных деталей под номинальный размер; не нарушает термообработку деталей, так как не требуется их нагревать; дает хорошее качество восстановленного отверстия.



а) – прямой открытый; б) – прямой закрытый; в) – прямой открытый с буртиком под ключ; г) – ступенчатый под стопорение с одного конца.

Рисунок 2 – Основные типы ввертышей.

Недостатки данного способа: высокая трудоемкость и сложность ремонта, невозможность применения, если конструкция детали не позволяет увеличивать отверстие.

Восстановление резьбовых отверстий постановкой вставки имеет следующие преимущества: повышается прочность резьбового соединения в результате более равномерного распределения нагрузки по виткам; появляется возможность восстановления под номинальный размер резьбовых отверстий в тонкостенных деталях; понижается износ резьбовой поверхности при частом завинчивании и отвинчивании; улучшается восприятие динамических нагрузок, увеличивается срок службы соединения.

Спиральная вставка (рисунок 3) представляет собой пружину из ромбической проволоки, наружная поверхность которой образует резьбовое соединение с корпусом (блоком), внутренняя со шпилькой или болтом.

Проволоку ромбического сечения для резьб с шагом 0,8...3,5 мм получают волочением на стане ВФР-4 (рисунок 4) оборудованному роликовой волокой. Роликовая волока (рисунок 5) состоит из корпуса 1, в котором помещаются рабочие ролики 2 из легированной стали марок 9Х, 9ХС, ШХ15, 12М, Х12Ф с нарезанными на них калибрами, являющиеся деформирующим элементом.

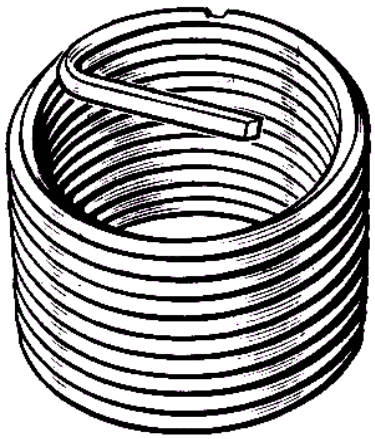
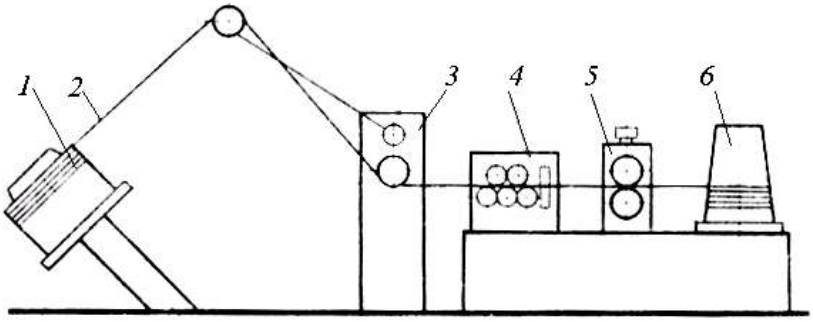


Рисунок 3 – Резьбовая спиральная вставка.

Твердость рабочей поверхности роликов составляет 60-62 HRC. Ролики жестко смонтированы на осях 6, которые вращаются в конических подшипниках 5, установленных в подушках 4. На внутренней стороне подушек выполнена резьба, в которую ввинчиваются гайки 7 для жесткой фиксации оси роликов, на наружной – лапки для установки относительно корпуса волоки. Осевая регулировка калибров осуществляется перемещением роликов в ту или другую сторону при помощи гаек. Подушки с верхним роликом могут перемещаться вертикально нажимными винтами 3 отдельно друг от друга, что обеспечивает возможность параллельной установки роликов по отношению друг к другу.

Под нижними подушками установлены пластинчатые пружины 8, снижающие динамические нагрузки на подшипники от биения прижатых друг к другу роликов при вращении.



1 – фигурка; 2 – проволока; 3 – устройство для аварийной остановки стана; 4 – правильное устройство; 5 – роликовая волока; 6 – приемный барабан.

Рисунок 4 – Волочильный стан ВФР-4.

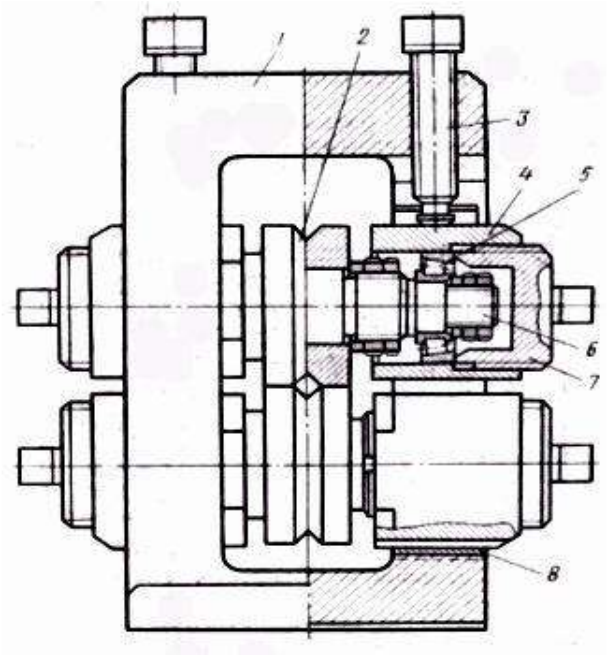


Рисунок 5 – Роликовая волока.

Спиральные вставки можно навивать на токарно-винторезном станке при помощи резьбовой оправки (рисунок 6а) и оправки с роликом (рисунок 6б), на цилиндрической поверхности которого нарезана кольцевая канавка с профилем, соответствующим профилю метрической резьбы. Оправку с роликом закрепляют в резцедержателе токарного станка (рисунок 7), а резьбовую оправку - в его патроне. Конец заготовки проволоки вставляют в прорезь на торце оправки и фиксируют прижимом, устанавливаемым в пиноль задней бабки. Затем проволоку прижимают оправкой с роликом и включают подачу станка.

Длина заготовки для навивки спиральной вставки в миллиметрах

$$L = \pi \cdot D_{ср} \cdot n,$$

где $D_{ср}$ – средний диаметр спиральной вставки в свободном состоянии, мм; n – полное число витков вставки.

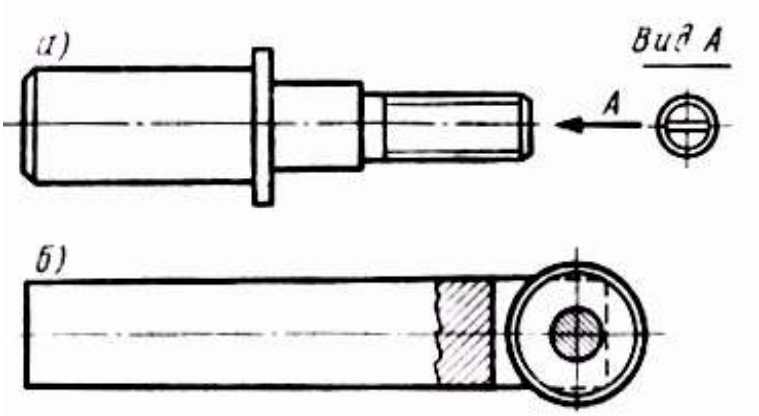
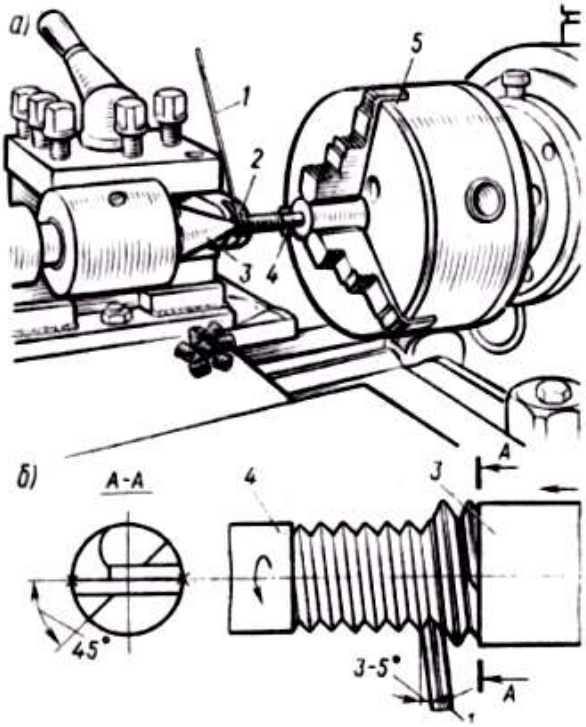


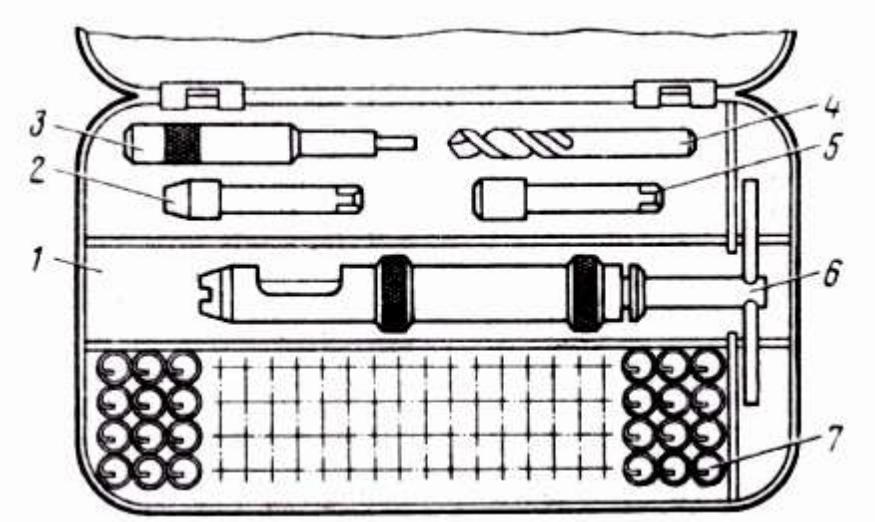
Рисунок 6 – Оснастка для навивки спиральных вставок.



а) внешний вид; б) схема навивки; 1 – ромбическая проволока; 2 – оправка с роликом;
3 – прижим; 4 – резьбовая оправка; 5 – патрон
Рисунок 7 – Навивка спиральных вставок на токарном станке.

Для навивки спиральных вставок в промышленных условиях может быть использован автомат АРВ-1, в основу конструкции которого положен автомат для навивки пружин модели АА-5114, оборудованный приспособлениями для отгиба технологического поводка вставки и нанесения на последнем насечки для последующего его удаления. Годовая производительность автомата 4 млн. вставок с шагом 1...2,5 мм и диаметром 8...30 мм.

Промышленностью выпускается комплект (рисунок 8) с резьбовыми вставками для восстановления отверстий с резьбой от М5 до М30, т.е. данным способом можно восстанавливать практически любые резьбовые отверстия деталей автомобилей.



1 – коробка; 2-5 – метчики М14х1,5; 3 – бородок; 4 – сверло 12,5 мм; 6 – ключ; 7 – резьбовые спиральные вставки 1000 шт.

Рисунок 8 – Комплект приспособлений для ремонта резьбовых отверстий спиральными вставками.

Технологический процесс восстановления резьбовых отверстий спиральными вставками включает в себя следующий перечень работ.

1. Очистить все резьбовые отверстия от загрязнений сверлом, а затем ершом. Режим очистки: скорость резания при сверлении – 10 м/мин, частота вращения ерша – 80 мин$^{-1}$, подача – ручная.
2. Продуть резьбовые отверстия сжатым воздухом.
3. Установить ремонтируемый объект на монтажный стол или подставку и провести при помощи резьбовых калибров дефектовку всех резьбовых отверстий; пометить отверстия, подлежащие восстановлению.
4. Установить объект ремонта на стол радиально-сверлильного станка и рассверлить восстанавливаемые отверстия (таблица 1). Снять фаску 1х45°. В глухих отверстиях глубина сверления должна соответствовать глубине отверстия. Скорость резания при сверлении 30 м/мин.
5. Продуть отверстия сжатым воздухом.
6. Нарезать резьбу в отверстиях (таблица 1) и продуть сжатым воздухом.
7. Установить блок цилиндров на монтажный стол или подставку резьбовыми отверстиями вверх.
8. Установить спиральную вставку необходимого размера технологическим поводком вниз в монтажный инструмент, входящий в состав комплекта вставок. Ввести стержень инструмента в спиральную вставку так, чтобы ее технологический поводок вошел в паз на нижнем конце стержня и медленным вращением за Т-образную рукоятку стержня ввернуть спиральную вставку в резьбовое отверстие так, чтобы последний виток вставки разместился отверстии на один виток резьбы.
9. Снять стержень инструмента технологического поводка вставки удалить монтажный инструмент и резьбового отверстия.

10. Установить бородок соответствующего размера заостренным концом на технологический поводок вставки и резким, но не сильным ударом молотка по выпуклой части бородка отделить технологический поводок от вставки.

Для контроля восстановленных резьбовых отверстий в деталях после установки спиральных вставок следует завернуть в деталь с установленной спиральной вставкой резьбовой калибр соответствующего размера и проверить качество восстановленного резьбового отверстия. Контроль восстановленных резьбовых отверстий с установленными спиральными вставками можно проводить новыми болтами соответствующих размеров, изготовленными по 2-му классу точности.

Таблица 1 – Размеры отверстий, подготовленных к установке резьбовой вставки

Размер восстанавливаемого отверстия	Диаметр сверления под вставку, мм	Размер нарезаемой резьбы под вставку	Размер восстанавливаемого отверстия	Диаметр сверления под вставку, мм	Размер нарезаемой резьбы под вставку
М5х0,8	5,2-5,35	М6х0,8	М16х2,0	16,2-16,4	М18х2,0
М6х1,0	6,96-7,12	М8х1,0	М18х2,5	18,1-18,4	М20х2,5
М8х1,0	8,86-9,12	М10х1,0	М20х1,25	20,7-20,9	М22х1,25
М8х1,25	8,7-8,86	М10х1,25	М20х1,5	20,45-20,62	М22х1,5
М10х1,0	10,96-11,12	М12х1,0	М20х2,5	20,1-20,4	М22х2,5
М10х1,25	10,7-10,86	М12х1,25	М22х1,5	22,45-22,62	М24х1,5
М10х1,5	10,45-10,62	М12х1,5	М22х2,5	22,1-22,4	М24х2,5
М11х1,0	11,96-12,12	М13х1,0	М24х1,5	25,45-25,62	М27х1,5
М12х1,0	12,96-13,12	М14х1,0	М24х2,0	24,9-25,13	М27х2,0
М12х1,25	12,45-12,62	М14х1,25	М24х3,0	24,14-24,46	М27х3,0
М12х1,5	12,96-13,12	М14х1,5	М27х1,5	28,45	М30х1,5
М12х1,75	12,18-12,38	М14х1,75	М27х2,0	28,62	М30х2,0
М14х1,25	14,7-14,86	М16х1,25	М27х3,0	27,9-28,13	М30х3,0
М14х1,5	14,7-14,90	М16х1,5	М30х3,5	29,55-29,88	М33х3,5
М16х1,5	16,45-16,62	М18х1,5			

Задание студенту

1. Отразить в отчете основные теоретические понятия о способах ремонта резьбовых соединений.
2. Описать технологический процесс восстановления резьбовых отверстий спиральными вставками.
3. Сделать заключение о результатах восстановления резьбовых отверстий спиральными вставками.

Контрольные вопросы

1. Какие способы применяются при восстановлении наружной резьбы?
2. Какие способы применяются при восстановлении внутренней резьбы?
3. Какие типы ввертышей применяются при ремонте внутренних резьб?
4. Опишите технологию изготовления спиральной вставки.
5. Что включает в себя технологический процесс восстановления резьбы спиральными вставками?
6. Какие преимущества и недостатки применения ввертышей и спиральных вставок?

Лабораторная работа № 3.

Восстановление деталей механизированными способами сварки и наплавки

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о способах восстановлении изношенной детали наплавкой под слоем флюса.

1.2. Закрепить знания о технологическом процессе восстановления изношенной детали механизированными способами сварки и наплавки.

1.3. Приобрести навыки самостоятельного восстановления изношенной детали наплавкой под слоем флюса на технологическом оборудовании.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Закрепить знания о технологическом процессе восстановления изношенной детали наплавкой под слоем флюса (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

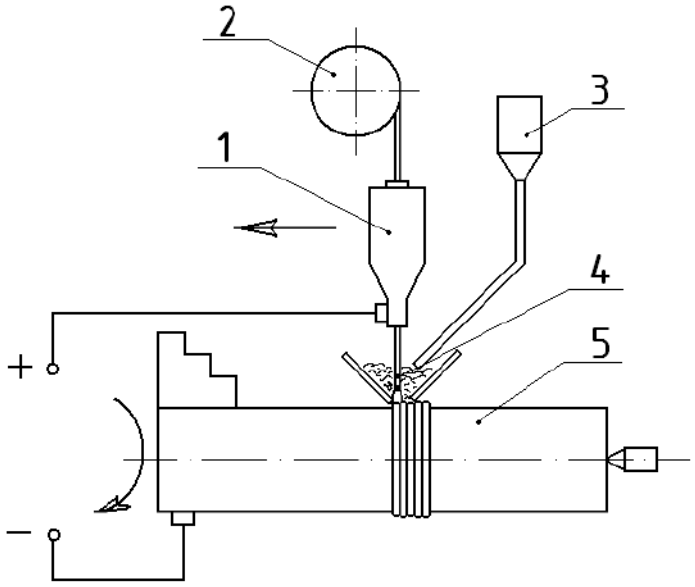
4. Описание работы

Наплавку под слоем флюса применяют для наплавки прямолинейных и кольцевых швов на плоских, цилиндрических, конических и сферических поверхностях деталей. Ее применяют главным образом для восстановления деталей, имеющих большие габариты и диаметры при значительных износах поверхностей (детали ходовой части трактора, шейки коленчатых валов двигателей, шлицевые поверхности на различных валах, полуосях и т.д.).

Деталь при автоматической электродуговой наплавке под слоем флюса устанавливают в патроне или центрах специально переоборудованного токарного станка, а наплавочный аппарат на его суппорте (рисунок 3.1)

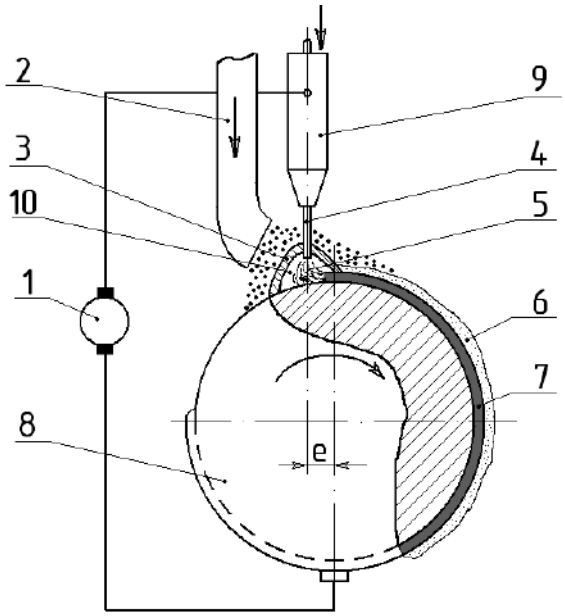
Электродная проволока подается из кассеты роликами подающего механизма наплавочного аппарата в зону горения электрической дуги. Движение электрода вдоль сварочного шва достигается за счет вращения детали. Пере-

мещение электрода по длине наплавляемой поверхности обеспечивается за счет продольного движения суппорта станка. Наплавка производится винтовыми валиками с взаимным их перекрытием на одну треть. Флюс в зону горения дуги поступает из бункера.



1 - наплавочный аппарат; 2 - кассета с проволокой; 3 - бункер с флюсом; 4 -электродная проволока; 5 - наплавляемая деталь.

Рисунок 3.1 - Принципиальная схема автоматической электродуговой наплавки деталей под слоем флюса.



1 – источник тока; 2 – флюсоподающий патрубок; 3 – оболочка из жидкого флюса; 4– электрическая дуга; 6 – шлаковая корка; 7 – наплавленный металл; 8 – наплавляемая деталь; 9 – мундштук; 10 – газовое пространство.

e - смещение электрода.

Рисунок 3.2 - Схема автоматической наплавки под слоем флюса.

Таблица 3.1- Показатели режимов наплавки под слоем флюса деталей автомобиля ЗИЛ-130

Наименование детали и ее номер	Направляемая деталь			Электродная проволока			Смещение электрода от зенита против хода вращения детали, мм	Частота вращения детали, об/мин	Шаг наплавки, мм/об	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	Сила тока, А	Напряжение,В	Твердость детали	
	Место наплавки	Марка матер.	Диаметр, мм	Марка	Диаметр, мм	Расход на одну деталь, кг							После наплавки, НВ	После термической наплавки, HRC
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Флянец ведомого вала, 130-1701147	Шейка под сальник	Сталь 40Х	58	Нп - 50	1,6	0,1 – 0,11	5 - 8	2,5 – 3,0	3,5 – 4,0	1,7 – 1,8	160-170	24-26	207-241	Не менее 54
Вал карданный заднего моста в сборе, 130-221015	Приварка вилок фланцев в трубе	Сталь 35	70	Св - 08	1,6	0,10 – 0,11	8 – 10	1,9-2,0	3,5-4,0	1,9-2,0	180-190	25-26	-	Не обрабатывать
Вилка- фланец карданного вала, 130-2201023	Сварка с трубой	Сталь 35	100	Св - 08	1,6	0,10 – 0,11	8 - 10	1,8-2,0	-	1,8-1,9	170-180	25-26	-	-
Вилка- фланец промежуточного вала, 130-2202023	Сварка с трубой	Сталь 35	100	Св - 08	1,6	0,10 – 0,11	8 - 10	1,8-2,0	-	1,8-1,9	170-180	25-26	-	-
Скользящая вилка кардана, 130-2202048	Шлицы	Сталь 45	65	Нп – 30ХГСА	1,6	0,35 – 0,40	8 - 10	240-250*	-	1,8-1,9	170-180	25-26	207-241	Не менее 42
Вилка карданного вала, 130-2205022	Сварка с трубой	Сталь 35	80	Св - 07	1,6	0,10 – 0,11	8 - 10	1,8-2,0	-	1,8-1,9	170-180	25-26	-	-
Полуось, 1302403070	Шлицы	Сталь 40ХГТР	60	Нп – 30ХГСА	1,6	0,53 – 0,54	-	240-250*	-	1,9-2,0	180-190	25-26	-	Не менее 50
Цапфа картера заднего моста, 130-2401083	Шейка под подшипники	Сталь 40Х	75 80	Нп – 30ХГСА	1,6	0,30 – 0,33	8 - 10	2,5-3,0	-	1,7-1,8	160-170	24-25	269-321	Не обрабатывать
Поворотная цапфа правая, левая, 130-3001012/13**	Шейка под подшипники	Сталь 40Х	40	Св - 08	1,6	0,20 – 0,22	5 - 8	3,5-4,0	3,5-4,0	1,7-1,8	160-170	24-26	241-285	Не обрабатывать
Разжимные кулаки переднего и заднего тормозных механизмов правые, левые, 130-3501110/11, 130-3502110/11	Шейка под подшипники	Сталь 45	38	Нп - 50	1,6	0,22 – 0,23	4-6	3,0-3,5	3,5-4,0	1,6-1,7	150-160	23-24	-	Не менее 50
	Шейка под подшипники	Сталь 45	38	Нп - 50	1,6	0,10 – 0,11	4-6	3,0-3,5	4,2-4,3	1,6-1,7	150-160	23-24	-	-

Таблица 3.2-Режимы автоматической наплавки под слоем флюса деталей автомобиля ГАЗ-53

Наименование детали и ее номер	Направляемая деталь			Электродная проволока			Смещение электрода от зенита против хода вращения детали, мм	Частота вращения детали об/мин	Шаг наплавки мм/об	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	Сила тока, А	Напряжение, В	Твердость детали	
	Место наплавки	Марка матер.	Диаметр, мм	Марка	Диаметр, мм	Расход на одну деталь, кг							После наплавки, НВ	После термической наплавки, HRC
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Карданный вал, 52-2201010: труба вилка	Сварка трубы с вилкой	Сталь 15 Сталь 40	-	Св – 08	1,6	0,07 – 0,08	5-8	1,1-2,0	-	1,8-2,0	170-180	26-27	-	-
Ступица заднего колеса, 52-3104012	Сварка с ДР	КЧ 35 - 10	135	Св - 08	1,6	0,15 – 0,20	10-12	-	-	-	170-180	24-26	-	-
Цапфа полуоси картера заднего моста, 53-2401005	Шейки под подшипники	Сталь 40	67 75 64	Нп - 50	1,6	0,20 – 0,22	8-10	2,5-3,0	4,0-4,2	1,7-1,8	160-170	25-26	269-231	-
Полуось, 53-2403070	Шлицы	Сталь 40	50	Нп - 50	1,6	0,35 – 0,40	-	260-270	-	1,8-1,9	170-180	24-26	-	Не менее 42
Картер заднего моста в сборе автомобиля ГАЗ-53, 51-2401010	Заварка трещины на галтели внутреннего подшипника	Сталь 45	70	Нп - 50	1,6	0,10	6-8	1,5-2,0	-	1,8-1,9	170-180	25-27	269-231	-
Цапфа полуоси картера заднего моста Автомобиля ГАЗ-53 53-2401005	Заварка трещины на галтели внутреннего подшипника	Сталь 40	75	Нп - 50	1,6	0,10	6-8	1,5-2,0	-	1,8-1,9	170-180	25-27	269-231	-

Таблица 3.3- Флюсы для наплавки и сварки сталей

Марка флюса	*Назначение*
АН-348А, АН-348АМ, АН348В, АН/348ВМ, ОСЦ-45, ОСЦ-45М, ФС-9 АН-60.	***Механизированная сварка и наплавка углеродистых и низкоуглероди-стых сталей углеродистой и низколегированной сварочной проволокой***
АН-8	***Электрошлаковая сварка углеродистых и низкоуглеродистых сталей и сварка низколегированных сталей углеродистой и низкоуглеродистой сварочной проволокой***
АН-20С, АН-20СМ, АН-20П, АН-15М, АН-18	***Дуговая автоматическая сварка и наплавка высоколегированных и среднелегированных сталей соответствующей сварочной проволокой***
АН-22	***Электрошлаковая сварка и дуговая автоматическая наплавка, и сварка низколегированных и среднелегированных сталей соответствующей сварочной проволокой***
АН-26С, АН-26СП, АН-26П	***Автоматическая и полуавтоматическая сварка нержавеющих коррозийно-стойких и жаропрочных сталей соответствующей сварочной проволокой***
АН-17М, АН-43, АН-47	***Дуговая сварка и наплавка углеродистых низколегированных и среднелегированных сталей повышенной и высокой прочности соответствующей сварочной проволокой***

Примечания: 1. При надлежащем выборе технологии флюсы марок АН-8, АН-20С, АН-20СМ, АН-20П, АН-22, АН-26С, АН-26П, АН-15М, АН-17М, АН-18, АН-43, АН-47 могут применяться для сварки и наплавки иных типов стали в сочетании с соответствующими присадочными материалами.

2. Стекловидный флюс с размеров зёрен не более 2,5 или 3 мм и пемзовидный флюс с размером зёрен не более 4 мм предназначены для автоматической сварки проволокой диаметром не менее 3 мм.

3. Стекловидный флюс с размером зёрен не более 1,6 предназначен для автоматической и полуавтоматической сварки проволокой диаметром не более 3 мм.

5. Задание студенту

5.1. Отразить в отчете основные теоретические понятия о способах восстановления изношенной детали наплавкой под слоем флюса.

5.2. Описать методику восстановления изношенной детали наплавкой под слоем флюса.

5.3 Сделать заключение о результатах восстановления изношенной детали наплавкой под слоем флюса.

Контрольные вопросы:

1. Для выполнения каких работ применяют автоматическую наплавку под слоем флюса?
2. Каким образом закрепляется деталь при автоматической наплавке?

3. Кратко поясните сущность процесса автоматической наплавки под слоем флюса?
4. Какими основными показателями и режимами характеризуется автоматическая наплавка под слоем флюса?
5. Что такое флюс? Для чего он применяется?
6. Какие марки флюсов вы знаете? Каково их назначение и область применения?

.

Лабораторная работа № 4.

Восстановление коленчатых валов автотракторных двигателей

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о технологическом процессе ремонта коленчатых валов (КВ) двигателей.

1.2. Изучить технологический процесс ремонта коленчатых валов двигателей.

1.3. Приобрести навыки выполнения отдельных операций ремонта коленчатых валов двигателей.

2. Порядок выполнения работы.

- изучить возможные дефекты КВ и способы их устранения;
- вписать в бланк отчета технические характеристики для заданного контролируемого вала в соответствии с техническими условиями на контроль и сортировку;
- внешним осмотром установить наличие дефектов на заданном вале;
- провести замеры радиального биения шеек под ступицу шкива, шестерню распределения и сальник, коренных шеек и торцевого биения фланца;
- провести замеры радиуса кривошипов всех шатунных шеек;
- провести замеры диаметра отверстия под подшипник ведущего вала коробки передач в двух взаимно перпендикулярных плоскостях единой ориентации;
- провести замеры диаметров всех коренных и шатунных шеек в двух поясах и в двух взаимно перпендикулярных плоскостях;
- составить заключения о пригодности вала к дальнейшей эксплуатации по результатам наружного осмотра и всех видов проведенных измерений;
- составить технологический маршрут ремонта КВ на выявленное сочетание устранимых дефектов;
- вычертить схему установки КВ для одной из операций механической обработки (у студентов, выполнявших работу в одном звене, схемы установок должны быть для разных операций);
- составить отчет о выполнении лабораторной работы;
- проконтролировать свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки и заполнить отчет;
- окончательно оформить отчет и защитить его.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.
3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

Дефекты коленчатых валов и способы их устранения

Коленчатый вал является основной из основных деталей двигателя внутреннего сгорания. В процессе работы коленчатый вал воспринимает значительные по величине и переменные по направлению нагрузки, которые вызываются инерционными силами и давлением газов в цилиндре. В результате действия указанных сил в коленчатых валах могут возникать как критические, так и некритические дефекты. К критическим дефектам относят такие дефекты, устранение которых известными способами невозможно, а к некритическим - дефекты, которые устраняются тем или иным методом. При этом надо помнить, что эксплуатация деталей с дефектами любого типа недопустима. К критическим дефектам коленчатых валов относят трещины, обломы, и, в случае их возникновения, валы ремонту не подлежат и должны браковаться. Некритические дефекты для валов разных двигателей из-за их конструктивных особенностей могут быть различны. На рисунке 4.1 показаны некритические дефекты коленчатого вала двигателя.

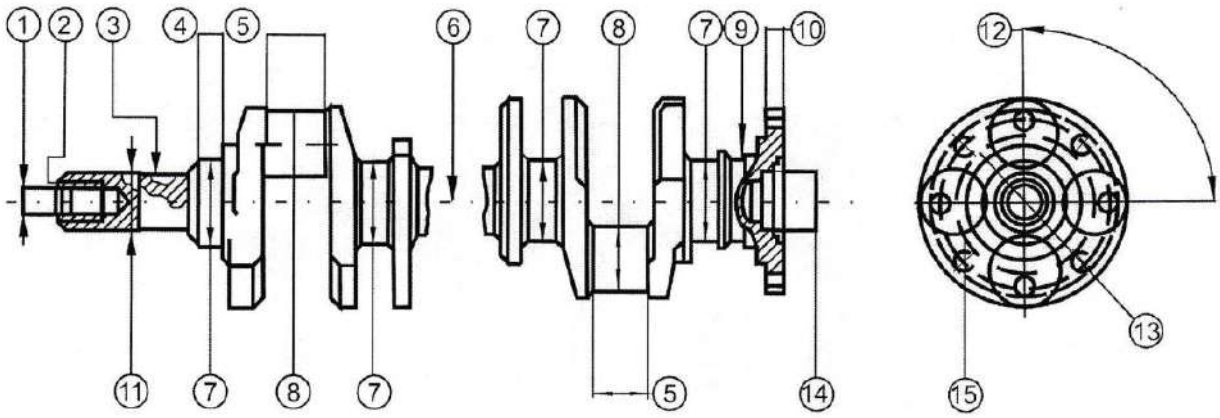


Рисунок 4.1. Некритические дефекты коленчатых валов:
1 - повреждение центровой фаски;
2 - износ или срыв резьбы; 3 - износ и смятие шпоночного паза; 4 - риски, задиры и износы шейки под ступицу шкива, шестерню распределения и шейки под сальник;
5 - износ коренных и шатунных шеек по длине и диаметру; 6 - погнутость вала;
7,8 - изменение радиуса кривошипов; 9 - износ шейки под сальник; 10 - биение торцевой поверхности фланца; 11 - износ шейки; 12 - изменение углового расположения шатунных шеек; 13 - изменение диаметра; 14 - износ отверстия под подшипник ведущего вала коробки передач; 15 - износ отверстий под болты крепления маховика

Причины возникновения дефектов обеих типов разнообразны и вкратце могут быть описаны следующим образом.

Повреждения центровой фаски в носке вала образуются в результате случайных ударов при операциях сборки и разборки кривошипношатунного механизма. Дефект устраняется растачиванием центровой фаски на токарном станке.

Уменьшение диаметра шейки под ступицу и шестерню распределения является результатом пластического деформирования микронеровностей поверхностей при неоднократных напрессовках и спрессовках шкива и шестерни с вала. Дефект может быть устранен накаткой, наплавкой или наращиванием электролитического металла с последующим шлифованием до размера по рабочему чертежу. Износ шейки под сальник возникает в результате механического изнашивания. Дефект может быть устранен нанесением металла (наплавкой или другим способом) и последующим шлифованием

Износ и смятие боковых поверхностей шпоночного паза возникают в результате пластического деформирования металла при ударной нагрузке, возникающей при повороте распределительной шестерни относительно вала при потере посадки. Шпоночный паз может быть отремонтирован: под ремонтный размер, либо заваркой шпоночного паза и фрезерованием его до размера по рабочему чертежу, либо фрезерованием нового паза, расположенного под углом 180° к существующему. В последнем случае требуется перемаркировка мест установки шестерен привода ГРМ.

При наличии у вала износа шейки под шестерню и шпоночного паза, дефекты целесообразнее устранять способом наплавки (заварки) дефектных мест с последующей механической обработкой. При фрезеровании шпоночного паза базирование вала осуществляют по крайним опорным шейкам и одной из шатунных шеек, относительно которой на рабочем чертеже задано положение шпоночного паза.

Погнутость оси вала возникает в результате действия сил при работе двигателя, реализации внутренних напряжений в теле вала, а также при неправильном хранении вала. Погнутость вала проявляется в радиальном биении шеек вала. При радиальном биении средней опорной шейки вала более допустимой величины он подвергается правке на прессе. Для этого вал устанавливают крайними опорными шейками на призмы. Нагрузку прикладывают посредине вала в сторону, противоположную изгибу. Величина деформации вала должна в 10... 15 раз превышать величину прогиба вала.

Износ коренных и шатунных шеек является в основном следствием коррозионно-механического изнашивания. Коренные и шатунные шейки валов изнашиваются по окружности неравномерно. Величина износа коренных шеек в

1,5...2 раза меньше величины износа шатунных. Это объясняется тем, что шатунные шейки вала работают в более тяжелых условиях, чем коренные. Межремонтный срок службы КВ при нормальной эксплуатации практически всегда ограничивается износом шатунных шеек.

Неравномерность износа шеек КВ (коренных и шатунных) - крайне нежелательное явление, так как приводит к нарушению режима гидродинамической смазки и повышению износа сопряжения «вал — подшипник». Причины износа деталей вообще и неравномерного износа, в частности, связаны с кинематикой КШМ, конструкцией, характером работы и способом подвода смазочного материала в узел трения, неравномерностью удельных нагрузок. Например, при вспышке рабочей смеси на шатунную шейку передается максимальная сила до 20000 Н. Однако, по времени действия эта сила кратковременна, а поэтому на изнашивание шейки она оказывает меньшее влияние, чем сила инерции, которая по величине меньше, но действует на шейку в течение всех циклов работы (два оборота коленчатого вала). Все коренные шейки вала по длине изнашиваются почти равномерно. Шатунные шейки по длине чаще изнашиваются неравномерно, вследствие чего возникает их конусность. Конусная форма износа шатунных шеек характерна для всех двигателей, имеющих наклонные масляные каналы в коленчатых валах независимо от других конструктивных факторов. Для уменьшения величины износа и неравномерности изнашивания шатунных шеек в конструкции коленчатых валов ряда двигателей предусмотрены специальные устройства для дополнительной очистки масла, так называемые центробежные уловители механических частиц.

Изменение радиуса кривошипов возникает как за счет деформаций при перераспределении внутренних напряжений, так и за счет искусственного смещения оси шеек от их первоначального положения, произведенного при ремонте во время шлифования с целью снятия с неравномерно изношенных поверхностей шеек одинаковой толщины слоя металла.

Изменение углового расположения шатунных шеек происходит при эксплуатации в результате действия ударных нагрузок, реализации внутренних напряжений кручения, возникших при получении заготовки вала, а
также из-за погрешностей положения осей шеек при шлифовании. Дефекты могут быть устранены шлифованием шейки при точно зафиксированной величине радиуса кривошипа и правильном их угловом положении, достигаемом правильным базированием.

Износ отверстий под болты крепления маховика происходит в результате пластической деформации металла, возникающей при ударных нагрузках в сопряжении. В зависимости от величины износа, дефект устраняется способом ремонтных размеров или постановкой ДРД.

Чрезмерное биение торцевой поверхности фланца возникает в результате изгиба оси вала. Дефект устраняется точением торцевой поверхности до минимально допустимой толщины фланца.

Износ отверстия под подшипник ведущего вала коробки передач (КП) является следствием пластической деформации поверхности при запрессовке подшипника и коррозионно-механического изнашивания при фрет- тинге. Дефект устраняется постановкой ДРД и окончательным растачиванием отверстия до размера по рабочему чертежу. При этом методе ремонта снижается прочность вала за счет уменьшения площади сечения, передающего крутящий момент от двигателя на коробку передач.

Описание лабораторной установки

Рабочее место по дефектовке коленчатых валов включает следующее оборудование, приспособления и инструмент:

1) Лабораторный стол с призмами для установки коленчатого вала.
2) Штангенрейсмус 4С-5СС.
3) Штатив для установки микрометра ТУ2-034-623-68.
4)Микрометры МК25-50; 50-75; 75-100.
5)Нутромер индикаторный НМ-50-Т ГОСТ 9244-82.
6)Индикаторная головка часового типа ИЧО-2 ГОСТ 577-68 на штативе Ш-11Н-8 ГОСТ 1С 197-78.
7) Штангенциркуль ЩЦП 200-0,05 ГОСТ 166-80.

Объектом контроля являются коленчатые валы двигателей, характеристики которых приведены в табл. 4.1

Таблица 3.1

Основные характеристики коленчатых валов

Основные характеристики	Марка двигателя							
	ЗМЗ-24	ЗМЗ-53	ЗИЛ-130	КамАЗ-740	ЗМЗ - 5143.10	ЗМЗ-409	ВАЗ 2104,2105,2107	ВАЗ 2110,2111,2112
1. Материал	ВЧ – 50	ВЧ – 50	Сталь 45	Сталь 42ХМФА	ВЧ – 50	ВЧ – 50	ВЧ – 50	ВЧ – 50
2. Твердость поверхности коренных и шатунных шеек, HRC	50	50	52…62	57…62	50	50	50	50
3. Глубина закал. слоя, мм	–	–	3…4	–	–	–	2…3	2…3
4. Диаметры шеек по рабочему чертежу, мм Коренных Шатунных	$64_{-0,013}$ $58_{-0,013}$	$70_{-0,013}$ $60_{-0,013}$	$74,5_{-0,02}$ $65,5_{-0,02}$	$95_{-0,015}$ $80_{-0,018}$	$62^{-0,035}_{-0,054}$ $56^{-0,025}_{-0,044}$	$62^{-0,035}_{-0,054}$ $56^{-0,025}_{-0,044}$	$50,8^{-0,005}_{-0,025}$ $47,8^{+0,034}_{+0,014}$	$50,8^{+0,019}_{-0,001}$ $47,8^{+0,05}_{+0,03}$
5. Ремонтный интервал, мм	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25
6. Количество ремонтных размеров	6	6	6	4	3	3	4	4
7. Радиальное биение, мм Средней опорной шейки Шейки под ступицу и шестерню Шейки под сальник Торцевой поверхности фланца	0,01 0,03 0,04 0,04	0,02 0,04 0,04 0,04	0,03 0,03 0,04 0,05	0,03 0,03 0,03 0,03	0,03 0,03 0,03 0,03	0,03 0,03 0,03 0,03	0,03 0,03 0,03 0,03	0,03 0,03 0,03 0,03
Радиус кривошипа, мм	40±0,05	40±0,05	47,5±0,08	60±0,05	43±0,04	47±0,04	33±0,06	$42^{+0,03}_{-0,05}$
Диаметр отверстия под подшипник КП по рабочему чертежу, мм	$40^{-0,012}_{-0,028}$	$40^{-0,012}_{-0,028}$	$52^{-0,008}_{-0,04}$	$52^{+0,03}_{-0,023}$	–	–	–	–

Методика выполнения работы №4

Изучить возможные дефекты КВ, способы их устранения и состав лабораторной установки.

Проверить исправность мерительного инструмента и при необходимости провести его регулировку.

Подготовить начальную часть бланка отчета.

Визуально установить наличие дефектов (обломы, трещины, задиры, прижоги и т.п.) у заданного вала и занести их в бланк отчета.

Провести замеры радиального биения шеек под ступицу шкива и шестерню, коренных шеек, шейки под сальник и биение торцевой поверхности фланца, для чего необходимо:

- установить вал крайними коренными шейками на призмы;
- подвести измерительный стержень индикаторной головки поочередно к шейкам вала с натягом (2...3) мм, совместить нуль подвижной шкалы с большой стрелкой;
- повернуть вал и заметить показание индикатора;
- определить величину радиального биения шейки как половину отклонения стрелки индикатора.

При контроле торцевого биения фланца вал должен быть зафиксирован от осевого перемещения.

Результаты замеров занести в бланк отчета.

Замерить радиусы всех кривошипов следующим образом:

- установить первую, шатунную шейку в верхнее положение и замерить штангенрейсмусом расстояние от ее верхней точки до плиты;
- повернуть коленчатый вал так, чтобы эта шейка заняла нижнее положение и замерить расстояние от ее нижней точки до плиты;
- определить величину радиуса кривошипа как полуразность полученных результатов;
- провести аналогичным образом измерения радиусов остальных кривошипов.

Результаты измерений и расчетов занести в бланк отчета.

Провести замеры диаметра отверстия под подшипник ведущего вала коробки передач:

- установить на микрометре размер отверстия по рабочему чертежу;
- настроить индикаторный нутромер на этот размер с натягом I...2 мм ;
- измерить отверстие в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, одна из которых должна находиться в плоскости щеки последней шатунной шейки, а другая - перпендикулярно этой плоскости;
- определить диаметр отверстия по формуле

$$D = A + C,$$

где D - диаметр отверстия под подшипник в соответствующей плоскости, мм; A - размер, на который настроен индикатор, мм; С - отклонение большой стрелки индикатора от первоначального положения, мм.

Результаты замеров и расчетов занести в бланк отчета.

3.4.7. Измерить диаметры всех коренных и шатунных шеек в двух поясах и в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Пояса замеров каждой коренной и шатунной шейки должны располагаться на расстоянии 6 мм от галтели. Плоскости замера всех коренных шеек выбирают так, чтобы одна проходила через плоскость кривошипа первого колена вала, а другая - перпендикулярная первой. Плоскости замера каждой шатунной шейки принимают параллельно соответствующей плоскости кривошипа и перпендикулярно ей.

Установить коленчатый вал так, чтобы первая шатунная шейка была вверху.

Замерить все коренные шейки в двух поясах в плоскости первого кривошипа. Результаты измерений занести в бланк отчета.

Повернуть вал на 90° и замерить шейки в тех же поясах. Результаты измерений занести в бланк отчета.

Замерить каждую шатунную шейку в двух поясах и в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Результаты измерений занести в бланк отчета.

Определить овальность и конусность шеек коленчатого вала. Овальность определяется как разность между большим и меньшим диаметрами шейки, измеренными в одном поясе, но в разных плоскостях, поделенная пополам.

Конусность определяется как полуразность между большим и меньшим диаметрами шейки, измеренными в одной плоскости, но в разных поясах.

По результатам наружного осмотра и замеров сделать заключение о пригодности КВ к дальнейшей эксплуатации и ремонту. Заключение дается на основании сопоставления результатов контроля с техническими условиями на дефектовку КВ.

Составить технологический маршрут ремонта КВ на заданное сочетание дефектов:

- назначить способы устранения дефектов и обосновать их;
- выбрать технологические базы при обработке вала и составить схемы установки;
- установить последовательность выполнения технологических операций;
- наметить оборудование для ремонта.

При устранении износа коренных и шатунных шеек вала способом ремонтных размеров рассчитать максимально возможный диаметр обработки наиболее изношенной коренной и шатунной шеек вала по формуле

$$D_{расч}=D_{изн}-2\cdot Z_{1min}-2\cdot Z_{2min}$$

где $D_{расч}$- максимально возможный диаметр обработки шейки, мм;

$D_{изн}$ -Диаметр наиболее изношенной шейки; Z_{1min} иZ_{2min} - минимальные припуски, соответственно, на шлифование и суперфиниширование шейки.

Припуски на обработку определяются расчетно-аналитическим методом. Необходимо сравнить полученные значения Драсч с величинами ремонтных размеров диаметров (коренных и шатунных) шеек и принять ближайшие меньшие их значения.

Привести рабочее место в порядок, сдать учебному мастеру инструмент и методические указания по выполнению работы.

Оформить окончательно отчет и отчитаться по лабораторной работе.

Форма протокола для отчета

1. Цель работы
2. Характеристика объекта контроля:

2.1. Марка двигателя .....

2.2. Материал детали.....

2.3. Термическая обработка рабочих поверхностей и их твердость.....

2.4. Диаметры коренных шеек по рабочему чертежу, мм.....

2.5. Диаметры шатунных шеек по рабочему чертежу, мм.....

2.6. Ремонтный интервал .....

2.7. Количество ремонтных размеров .....

3. Дефекты коленчатого вала, установленные внешним осмотром
4. Результаты замеров биения шеек вала и торцевой поверхности фланца,

Биение, мм								
Шейки под ступицу шкива	Шейки под шестерню	Шейки под сальники	Коренных шеек					Торцевой поверхности фланца
			1	2	3	4	5	

5. Результаты замеров радиусов кривошипов, мм

Положение кривошипа	Результаты измерений для кривошипов			
	1	2	3	4
Верхнее				
Нижнее				
Радиус кривошипа, мм				

6. Результаты замеров диаметра отверстия под подшипник ведущего вала коробки передач, мм

Диаметр отверстия под подшипник ведущего вала коробки передач, мм	
В начале (ближе к носку вала)	В конце (дальше от носка вала)

7. Результаты замеров диаметров коренных шеек вала, мм

Пояс замера	Направление замера	Номер шейки				
		1	2	3	4	5
1	В плоскости первого кривошипа					
	Перпендикулярно плоскости кривошипа					
	Овальность					
2	В плоскости первого кривошипа					
	Перпендикулярно плоскости кривошипа					
	Овальность					
	Конусность					

8. Результаты замеров диаметров шатунных шеек вала, мм

Пояс замера	Направление замера	Номер шейки				
		1	2	3	*4*	5
1	В плоскости первого кривошипа					
	Перпендикулярно плоскости кривошипа					
	Овальность					
2	В плоскости первого кривошипа					
	Перпендикулярно плоскости кривошипа					
	Овальность					
	Конусность					

9. Заключение студента о техническом состоянии коленчатого вала.

Заключение о состоянии коленчатого вала составляется как на основе результатов внешнего осмотра, так и на основе результатов измерения каждого проверенного параметра по следующей схеме. Вначале должна быть фраза о возможности использования вала в том состоянии, которое было установлено в результате контроля. Далее приводится обоснование предыдущей фразы с приведением качественных или нормативных предельно допускаемых значений контролируемых параметров. Далее, если

данный параметр является дефектным, надо обоснованно сделать вывод о допустимости устранения замеченного дефекта. И, наконец, если дефект допустимо устранить, указать метод устранения и применяемое оборудование, приспособления, инструмент. В частности, заключения составляются:

9.1. По результатам внешнего осмотра.

9.2. По результатам замеров:

- биения коренных шеек и других шеек, расположенных на оси коленчатого вала;
- биения торцевой поверхности фланца;
- радиусов кривошипов;
- диаметров отверстия под подшипник ведущего вала КП;
- диаметров коренных и шатунных шеек вала.

При составлении заключения о пригодности и ремонте диаметров шеек, анализ следует производить по наиболее изношенным шейкам. При определении их новых возможных размеров необходимо учесть изменения радиусов кривошипов, а также наличие или отсутствие на них задиров, царапин и т.д.

9.3. Общее заключение.

10. Сочетание дефектов коленчатого вала, подлежащих устранению.

11. План операций по устранению всех выявленных некритических дефектов

12. Вычертить схему установки для одной из операций механической обработки, необходимых для устранения какого-либо выявленного дефекта. В пределах одного звена операции у разных студентов различные.

Расчет максимально возможного диаметра обработки наиболее изношенной коренной и шатунной шеек вала.

5. Результаты замеров радиусов кривошипов, мм

Контрольные вопросы

1.Напряжения, воздействию которых подвержен КВ в процессе работы. Требования, предъявляемые к его конструкции и к условиям обеспечения его надежной работы.

2.Обеспечение жесткости, твердости и износостойкости КВ (технологические и конструктивные методы).

3.Преимущества и недостатки цельных и составных КВ (сравнить точность изготовления, возможность замены поврежденной части, применяемые подшипники и

шатуны).

4.Способы получения заготовок при изготовлении КВ.

5.Материал для КВ: требования; обоснование выбора материала для штампованных и литых валов; легирующие элементы стали.

6.Допуски формы и отклонения расположения поверхностей КВ.

7.Дефекты, при которых КВ бракуется.

8.Анализ дефекта “погнутость вала”: причины возникновения и последствия указанного дефекта; способ его устранения.

9.Анализ дефектов шеек: причины, последствия и вид износа коренных шеек; причины, последствия и вид износа шатунных шеек; способы восстановления диаметров шеек; схема базирования и схема установки при шлифовании коренной шейки; схема базирования и схема установки при шлифование шатунной шейки; алгоритм подбора ремонтного размера шейки; работоспособность КВ после ремонта шеек по сравнению с новым; влияние структуры металла КВ на его усталостную прочность.

10. Анализ дефекта “изменение радиуса кривошипа”: причины и последствия изменения радиуса кривошипа; методы устранения данного дефекта.

11. Анализ дефекта “изменение угла взаимного расположения шатунных шеек”: причины и последствия изменения угла взаимного расположения шатунных шеек; способ устранения указанного дефекта.

12. Анализ дефектов шейки под ступицу шкива, распределительной шестерни: причины и последствия износа, рисок, задиров шеек; схема базирования и схема установки при шлифовании указанной шейки.

13. Анализ дефектов шпоночного паза: причины и последствия износа и смятия боковой поверхности шпоночного паза; методы устранения указанных дефектов; схема базирования и схема установки при обработке шпоночного паза.

14. Анализ дефектов резьбы: причина износа и срыва резьбы; способы устранения при срыве менее и более двух ниток резьбы.

15. Анализ дефектов центровой фаски: причины и последствия повреждения фаски; способ устранения повреждения; схема базирования и установки при обработке центровой фаски.

16. Анализ дефектов отверстия под подшипник первичного вала КП: причины и последствия износа отверстия под подшипник первичного вала КП; способ устранения данного дефекта; схема базирования и схема установки при обработке отверстия под подшипник первичного вала КП.

Лабораторная работа № 5.

Восстановление и упрочнение деталей машин пластическим деформированием

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о технологическом процессе упрочнения деталей машины пластическим деформированием, в частности, алмазным выглаживанием.

1.2. Изучить технологический процесс упрочнения деталей машины алмазным выглаживанием.

1.3. Приобрести навыки выполнения отдельных операций упрочнения деталей машины алмазным выглаживанием.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить технологический процесс упрочнения деталей машины алмазным выглаживанием (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

Алмазное выглаживание – одна из разновидностей обработки поверхностей деталей пластическим деформированием (ППД). Выглаживание получает распространение благодаря простоте и доступности осуществления в условиях ремонтного производства.

Инструментом служит выглаживатель с закрепленным в нем кристаллом алмаза. Рабочая часть кристалла может иметь огранку в виде участка сферы, цилиндра, конуса, тора. Наиболее удобной является сферическая огранка, позволяющая использовать самые мелкие кристаллы алмаза и выглаживать не только, наружные, но и внутренние поверхности деталей, имеющих форму тел вращения, а также торцовые поверхности. Операции выглаживания предшествуют обычно тонкое точение или шлифование.

В отличие от лезвийного или абразивного инструмента выглаживатель только перераспределяет металл поверхностного слоя, не снимая его. Для этого необходимо при обработке создать определенную силу выглаживания Ру. В зоне контакта инструмента с деталью возникает напряжение, превышающее предел текучести материала детали.

Пластическое деформирование меняет микрорельеф поверхности, высоту и форму неровностей — остроконечные выступы, остающиеся после предшествующей обработки точением или шлифованием, преобразуются в неровности с пологой формой гребешков. Благодаря этому увеличивается один из главных факторов надежности и долговечности детали - величина опорной поверхности.

Например, при одинаковой исходной шероховатости величина опорной площади после обработки выглаживанием достигает 30…35%, в то время как при полировании - 10...12 %, при суперфинишировании - 15...17%, при шлифовании - всего лишь 4…5%.

Благоприятная форма неровностей способствует увеличению износостойкости, т. к. нагрузка на деталь при работе распределяется на большую площадь опорной поверхности.

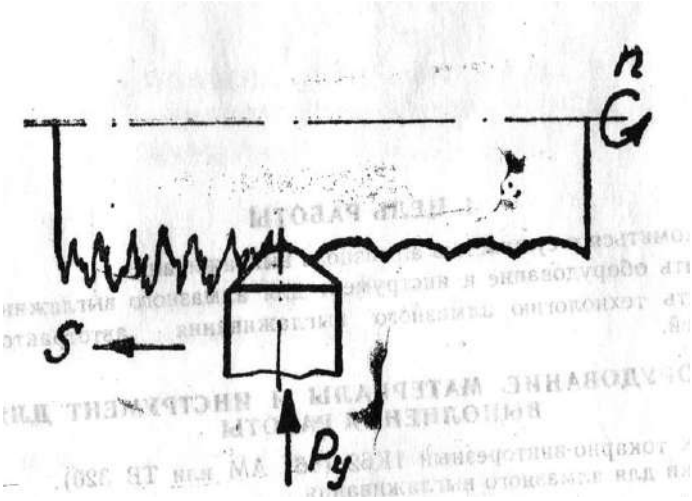


Рисунок 5.1. Схема процесса выглаживания

Выглаживание способствует появлению сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое вместо напряжений растяжения, которые обычно возникают при обработке резанием - точением, шлифованием и др. Напряжения растяжения нежелательны, т.к. способствуют образованию микротрещин в процессе эксплуатации нагруженной детали.

Пластическая деформация при выглаживании может вызвать упрочнение поверхностного слоя на глубине нескольких десятых долей миллиметра.

Выглаженная поверхность характеризуется также повышенной коррозионно-усталостной прочностью, что объясняется благоприятным сочетанием свойств поверхности, образованной выглаживанием: округлой формой гребешков микрорельефа, упрочнением и большей структурной однородностью поверхностного слоя, остаточными напряжениями сжатия.

Таким образом алмазное выглаживание обеспечивает комплексное воздействие на обрабатываемую поверхность в отношении ее микрогеометрии и физико-механических свойств. Степень изменения перечисленных выше отдельных факторов после выглаживания зависит от величины силы прижатия выглаживателя, которая обычно выбирается в пределах 5…30 кгс. Наибольшее положительное влияние на состояние обработанной поверхности создается при увеличении силы выглаживания до уровня верхнего рекомендуемого предела.

В зависимости от требований к качеству поверхности назначают один из трех режимов выглаживания, отличающихся величиной относительной глубины внедрения алмаза в деталь (таблица 5.1).

Таблица 5.1

Характеристика режимов выглаживания

Режим выглаживания	Величина	E для сталей
	закаленных	незакаленных
Сглаживающий	0,003	0,0015
Сглаживающе-упрочняющий	0,005	0,0025
Упрочняющий	0,007	0,0045

Силу выглаживания для обеспечения заданного режима определяют по формуле, предложенной В. М. Торбило для сферического инструмента

$$Py = E.H.V.R^2, \text{ кгс}$$

где R - радиус рабочей части фрезы, мм.

HV - твердость поверхности детали по Виккерсу, кгс/мм^2,

$E = h/R$ – относительная глубина внедрения алмаза в обрабатываемую деталь,

h - глубина внедрения, мм

Если при расчете сила получается более 30 кгс, рекомендуется повторить его, задавшись меньшим значением радиуса инструмента.

Алмазное выглаживание следует рассматривать как финишную операцию, обладающую специфическими возможностями и в силу их обеспечивающую высокую размерную и прочностную долговечность деталей машин.

Широкие возможности выглаживания прямо связаны с уникальными свойствами природных алмазов - высокой твердостью, низким коэффициентом трения, высокой теплопроводностью, малой шероховатостью.

Известно, что по твердости алмаз превосходит все природные минералы, его теплопроводность в два раза выше теплопроводности, одного из лучших металлических теплопроводников - серебра. Низкий коэффициент трения алмаза связан с малой шероховатостью его рабочих граней. В этом природным алмазам уступают не только все остальные известные материалы, но и синтетические алмазы. Например, предельно низкая шероховатость выглаживателей из природных алмазов составляет Ra = 0,03 мкм, а из синтетических - Ra≥0,09 мкм. Большая шероховатость и пористость синтетических алмазов объясняет в несколько раз более высокие значения коэффициента трения по сравнению с алмазами природными (в 4…8 раз).

Природные алмазы очень дороги. Достаточно сказать, что алмаз в 5 карат (1грамм) на мировом рынке стоит в 300 раз дороже равного количества золота.

Поэтому природные алмазы применяют в самых ответственных случаях при обработке закаленных сталей с высокой твердостью (HRC60...65).

В ремонтном производстве применяются выглаживатели из искусственных (синтетических) алмазов АСБ и АСПК, что расшифровывают как алмаз синтетический баллас и алмаз синтетический поликристаллический карбонадо. Последняя разновидность предпочтительнее.

Для обработки деталей из бронзы, латуни, сплавов алюминия успешно применяются выглаживатели из других сверхтвердых синтетических материалов, например, из гексанита – Р. Как недостаток выглаживания можно рассматривать отсутствие

Как недостаток выглаживания можно рассматривать отсутствие обработки. Из-за явления адгезии (налипания на инструмент) не поддаются выглаживанию сплавы на основе титана, циркония, ниобия. Плохо выглаживаются детали из серого чугуна.

ИНСТРУМЕНТ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ

Подавляющее большинство деталей движущихся механизмов в машинах выполняется в виде тел вращения. Снижение интентивности износа в местах сопряжений путем тщательной обработки контактирующих поверхностей является надежным средством повышения долговечности. Ему уделяется сейчас особое внимание.

Поэтому выглаживанию подвергаются чаще всего наружные и внутренние поверхности вращения, образующие узлы трения. Для выглаживания таких поверхностей наиболее подходящи станки токарной группы, без каких-либо пере-

делок. Приспособления (оправки) для выглаживаня при этом устанавливаются в резцедержателе станка.

Выглаживающий инструмент (выглаживатель) представляет державку из стали 12ХН3А или 40Х и закрепленного в ней кристалла (зерна) алмаза. Для закрепления применяют серебряные либо латунные припои с температурой плавления не более 600...650ºС.

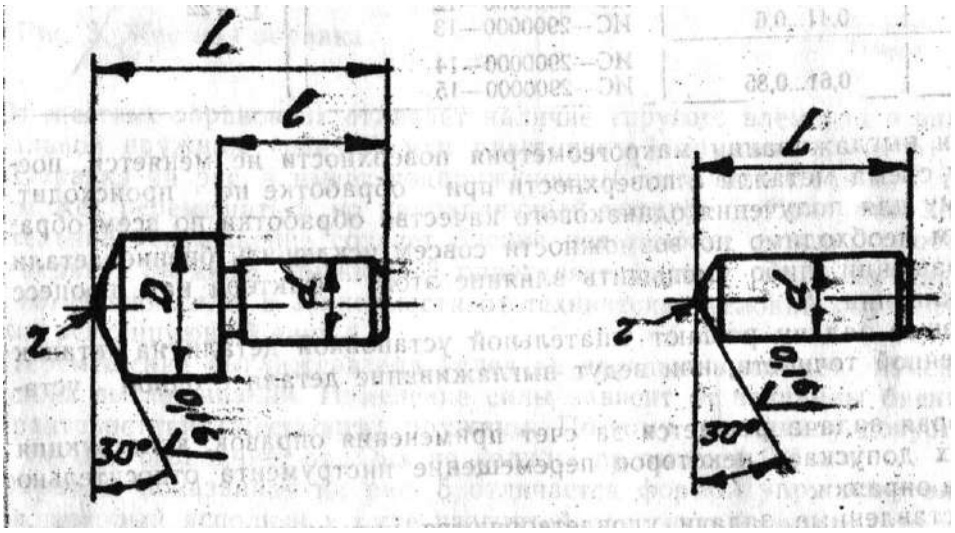


Рисунок 5.2. Типы выглаживателей со сферической рабочей поверхностью

Существует два исполнения выглаживателей со сферической формой, оснащенных кристаллами АСПК (рис. 5.2). Основные размеры выглаживателей, соответствующие отраслевому стандарту ОСТ 2477-5-75 (ВНИИАлмаз), даны в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Размеры сферического выглаживающего инструмента

Радиус сферы, ч, мм	Масса кристалла, карат	Обозначение по ОСТ	Размеры державки, мм
1,0 1,5 2,0	0,31…0,4	ИС – 2900000 – 1 ИС – 2900000 – 2 ИС – 2900000 – 3	D = 10 d = 6 L = 22 l = 12
2,5 3,0	0,41…0,6	ИС – 2900000 – 4 ИС – 2900000 – 5	
3,5 4,0	0,61…0,85	ИС – 2900000 – 6 ИС – 2900000 – 7	
0,5	0,21…0,3	ИС – 2900000 – 8	
1,0 1,5 2,0	0,31…0,4	ИС – 2900000 – 9 ИС – 2900000 – 10 ИС – 2900000 – 11	d = 10 L = 22
2,5 3,0	0,41…0,6	ИС – 2900000 – 12 ИС – 2900000 – 13	

3,5 4,0	0,61…0,85	ИС – 2900000 – 14 ИС – 2900000 – 15	

При выглаживании макрогеометрия поверхности не меняется, поскольку съема металла с поверхности при обработке не происходит. Поэтому для получения одинакового качества обработки по всем образующим необходимо по возможности совсем исключить биение детали при вращении, либо уменьшить влияние этого фактора на процесс выглаживания.

Первую задачу решают тщательной установкой детали на станок повышенной точности, или ведут выглаживание детали с одной установки.

Вторая задача решается за счет применения оправок, конструкция которых допускает некоторое перемещение инструмента относительно корпуса оправки.

Поставленные задачи удовлетворяются применением приспособлений трёх различных схем — жесткой оправки, упругой оправки и двухзвенной оправки.

Жесткая оправка (рис. 5.3) применима только при отсутствии биения, что возможно практически при выглаживании с одной установки. Она состоит из корпуса 1 и закрепленного в нем выглаживателя 2. Корпус закреплен в резцедержателе подобно резцу. Область применения жестких оправок - обработка особо точных деталей при отсутствии биения.

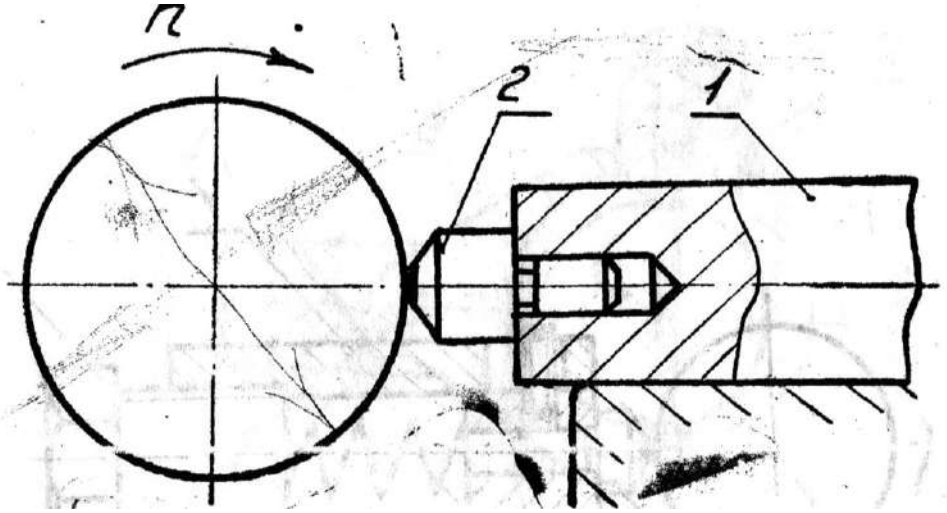


Рисунок 5.3. Жесткая оправка.

С помощью упругих оправок можно вести выглаживание при небольшом биении поверхности (несколько десятых долей миллиметра).

От жестких оправок их отличает наличие упругого элемента в виде спиральной пружины (рис. 5.4) или пластинчатой пружины (рис. 5.5).

Оправка на рис. 5.4 имеет подпружиненный выглаживатель 2, который может перемещаться по направляющей корпуса1. Возвратно-поступательное перемещение создает биение поверхности детали подобно эксцентрику. Затяжка

пружины 3 определяет усилие выглаживания. Для изменения силы в зависимости от технических условий обработки служит регулирующий винт 4.

Перемещение выглаживателя вслед за деталью вызывает изменение силы выглаживания. Изменение силы зависит от величины биения и характеристики (жесткости) пружины. Поэтому величину допустимого биения ограничивают. Она не должна превышать 0,3 мм.

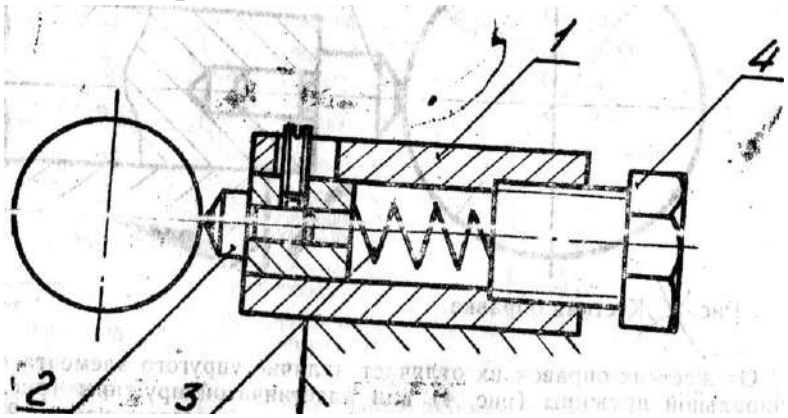


Рисунок 5.4. Упругая оправка со спиральной пружиной.

Оправка, показанная на рис. 5 отличается формой упругого элемента, который исполнен в виде изогнутой пластины 2 заодно целое с корпусом1. Такой упругий элемент обладает более жесткой характеристикой в сравнении со спиральной пружиной, поэтому допускаемое биение ограничивается здесь величиной 0,1 мм.

Добиться установки детали в центрах станка, не превышая отмеченных размеров, трудно. Поэтому чаще всего приходится вести выглаживание с одной установки.

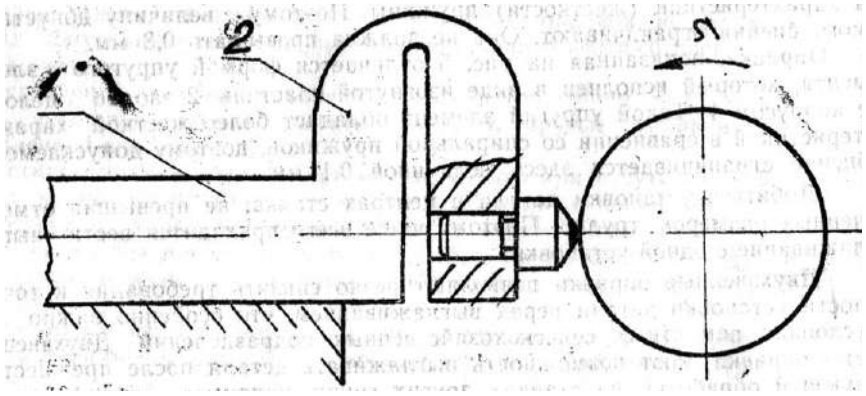


Рисунок 5.5. Разновидность упругой оправки.

Двухзвенные оправки позволяют резко снизить требования к точности установки детали перед выглаживанием, что особенно важно в условиях ремонтных сельскохозяйственных подразделений. Двухзвенные оправки дают

возможность выглаживать детали после предшествующей обработки на станках других групп, например, шлифовальных, установкой их на обычный токарный станок, т.к. допускаемое биение детали составляет уже несколько миллиметров.

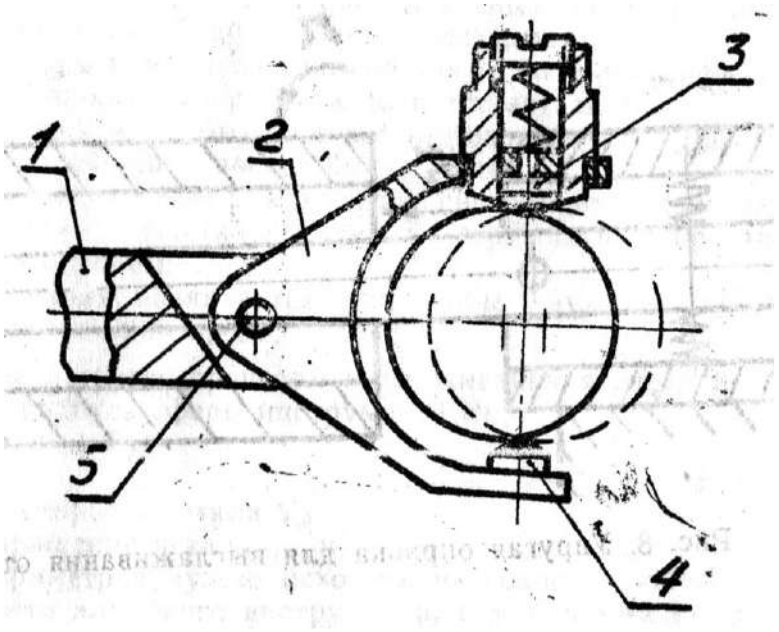


Рисунок 5.6. Двухзвенная оправка для выглаживания наружных поверхностей.

Одна из таких оправок (рис. 5.6). состоит из двух звеньев, шарнирно связанных между собой: корпуса 1, который крепится в резцедержателе, и скобы 2 с закрепленным на ней выглаживателем 3 и упором 4. При работе скоба может отклоняться вверх и вниз на шарнире 5. Вследствие этого поглощается значительная часть исходного биения, а оставшаяся меньшая часть воспринимается как в обычной упругой оправке подпружиненным выглаживателем. Силу выглаживания устанавливают с помощью регулировочного винта и пружины.

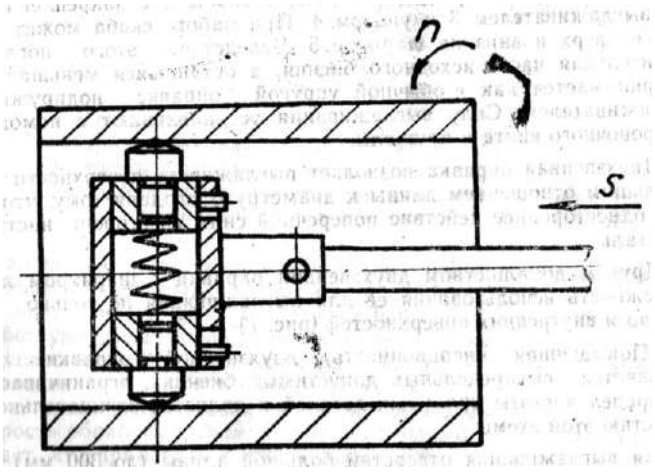


Рисунок 5.7. Двухзвенная оправка для выглаживания внутренних поверхностей.

Двухзвенная оправка позволяет выглаживать поверхности деталей с большим отношением длины к диаметру благодаря тому, что исключено одностороннее действие поперечной силы со стороны инструмента на деталь.

Другим достоинством двухзвенной оправки с шарниром является возможность использования ее для выглаживания не только наружных, но и внутренних поверхностей (рис. 5.7).

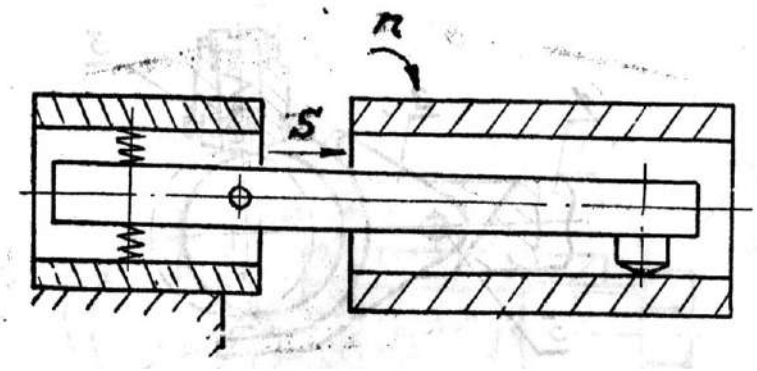


Рисунок 5.8. Упругая оправка для выглаживания отверстий.

Повышенная инерционность двухзвенной оправки, которая проявляется при предельных допустимых биениях, ограничивает верхний предел частоты вращения деталей и является отрицательной особенностью этой схемы.

Для выглаживания отверстий большой длины (до 300 мм) служит оправка, показанная на рис. 5.8. Минимальный размер диаметра определяется поперечным сечением штанги, на которой размещается выглаживатель.

ТЕХНОЛОГИЯ АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Алмазное выглаживание является окончательным видом обработки. После выглаживания термообработка не производится.

Нужные результаты при выглаживании могут быть получены только при хорошем состоянии поверхности (отсутствие задиров, забоин, следов коррозии и др.) и высоком классе шероховатости (исходная шероховатость стальных поверхностей $Ra < 1{,}2$ мкм).

Для продления срока службы алмазного инструмента совершенно необходима тщательная очистка детали от стружки и абразивных частиц перед выглаживанием.

Режим выглаживания назначается так, чтобы нужное качество поверхности получить за один проход.

Основными параметрами процесса выглаживания являются:

а) величина радиуса сферы инструмента Ru;

б) величина силы Ру;

в) подача S;

г) окружная скорость детали V;

д) частота вращения детали n.

При выборе параметров нужно исходить из условия обеспечения наибольшей стойкости алмазного инструмента, т. е. принимать в расчет наибольший радиус сферы инструмента. Радиус сферы наряду с твердостью обрабатываемой детали определяет величину силы выглаживания, которая по условиям прочности алмаза не должна превосходить 25…30 кгс.

Величину силы выглаживания можно вычислить и окончательно подобрать радиус сферы по формуле Г. И. Чекина:

$$Py = HV\left(\frac{D_d \div R_u}{D_d + R_u}\right)^2 \cdot \alpha, \text{ кгс}$$

где HV - твердость по Виккерсу, кг/мм^2

Dd - диаметр обрабатываемой детали, мм

Ru - радиус сферы инструмента, мм

α - эмпирический коэффициент (для закаленных сталей равен 0,013, для незакаленных сталей и цветных сплавов – 0,08)

При выглаживании тонкостенных деталей величина допускаемой силы выглаживания снижается на порядок (до 2...3 кгс).

Величина подачи назначается в пределах 0,02 …0,08 мм/об. Малые подачи способствуют достижению лучшего качества поверхности, однако при этом снижается производительность процесса. Выбор подачи следует производить с учетом этого обстоятельства.

Повышение производительности обязывает назначать как можно большую скорость обработки. Опыт заводов, применяющих выглаживание, показывает, что применять скорости выше 100…150 м/мин. нежелательно во избежание перегрева алмаза.

Частота вращения детали на станке подбирается по принятой скорости обработки.

При выборе параметров процесса выглаживания можно ориентироваться на данные таблицы 3. Во всех случаях шероховатость обработанной поверхности снижается на 1...3 класса чистоты.

Как показал опыт Ярославского моторного завода, при правильно выбранных параметрах процесса выглаживания изменения размера детали после обработки не превышает 5 процентов допуска на этот размер. Поэтому в большинстве случаев припуска на выглаживание не предусматривается.

Правильность выбора параметров также обеспечивает выполнение технических условий на качество поверхности при минимуме материальных и трудовых затрат за счет высокой производительности и стойкости выглаживателей. Увеличению стойкости алмазного инструмента способствует применение смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ). Особенно большой эффект это дает при использовании синтетических алмазов типа АСПК. При выглаживании стальных деталей чаще всего в качестве СОЖ употребляют масло индустриальное И-20А, при выглаживании деталей из цветных металлов и сплавов — керосин.

В настоящее время известен опыт ряда машиностроительных и ремонтных предприятий по применению выглаживания различных деталей с использованием универсального станочного оборудования (чаще всего токарно-винторезных станков типа 1К62) без дополнительной наладки.

Таблица 5.3 - Рекомендуемые параметры выглаживания в зависимости от твердости и исходной шероховатости

Материал	Твердость HRC	Радиус сферы	Исходный класс чистоты поверх-ти	Сила выглаживания, Ру, кгс	Подача S, мм/об	Скорость V, м/мин
Стали закаленные и цементированные	50…65	1,3…2	8 9 10	20…25 15…20 12…15	0,02…0,4	50…100
Стали термически обработанные	30…50	1,5…2	7 8 9	12…15 12…15 10…12	0,03…0,05	50…100
Стали сырые и улучшенные	20…25	2…2,5	5 6 7	12…15 10…12 8…10	0,03…0,08	50…200
Цветные металлы и их сплавы	НВ 300	2,5…3,5	6 7 8 9 10	12…15 10…12 8…10 8…10 6…8	0,05…0,1	50…20

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить сущность алмазного выглаживания, обратить особое внимание на характер комплексного воздействия этой обработки на рабочую поверхность деталей, в результате чего обеспечивается повышение их эксплуатационных свойств.
2. Изучить типы алмазного инструмента для выглаживания, выпускаемого промышленностью. Ознакомиться с оборудованием и инструментом для заточки и доводки выглаживателей.
3. Изучить основные конструкции жестких, упругих и двухзвенных оправок для выглаживания деталей типа «вал», и «втулка». При этом необходимо обратить особое внимание на возможности их практического применения при различных условиях обработки (жесткости системы СПИД, биения деталей и т. д).
4. Ознакомиться с номенклатурой автотракторных деталей, рекомендованной для обработки алмазным выглаживанием в целях повышения их эксплуатационных свойств.
5. Освоить порядок назначения технологических параметров при алмазном выглаживании.
6. Изучить правила по технике безопасности при алмазном выглаживании деталей на токарном станке.
7. Установить деталь на токарном станке и закрепить. Проверить величину биения обрабатываемой поверхности, используя стойку с индикатором часового типа. Величина биения не должна превышать 0,2...0,3 мм.
8. Закрепить оправку с выглаживателями в резцедержателе токарного станка
9. Обработать выглаживанием рабочую поверхность детали. Снять деталь, произвести измерения твердости и шероховатости. Данные измерений занести в таблицу 10.4 и сделать выводы.

5. Задание студенту

5.1. Отразить в отчете основные теоретические понятия об упрочнении деталей машины алмазным выглаживанием.
5.2. Описать методику упрочнения деталей машины алмазным выглаживанием, дать принципиальную схему выглаживания с указанием на ней технологических элементов (направления действия силы, подачи скорости и др.)
5.3. Привести эскиз выглаживателя, применяемого при проведении опытов с указанием основных его размеров.
5.4. Привести эскиз оправки, использованной при проведении опытов, заполнить таблицу с результатами измерений, сделать выводы.
5.5 Сделать заключение о результатах упрочнения деталей машины алмазным выглаживанием.

Таблица 5.4

Результаты измерений деталей после выглаживания

№ пп	Наименование детали	Материал детали	Режимы выглаживания			Твердость		Класс шероховатости	
			P,H	S, мм/об	n, об/мин	до обработки	после выглаживания	до обработки	после выглаживания

Выводы _____

_____

Контрольные вопросы:

1. В чем преимущества обработки деталей пластическим деформированием в сравнении с обработкой резанием.
2. Какие изменения микрогеометрии и свойств поверхностного слоя происходят в результате обработки деталей ППД. Как они влияют на эксплуатационные свойства деталей.
3. Какой инструмент и оборудование, оснастка необходимы для организации обработки алмазным выглаживанием?

Лабораторная работа № 6.

Ремонт корпусных деталей

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о технологическом процессе ремонта корпусных деталей, в частности, блоков цилиндров двигателей.

1.2. Изучить технологический процесс ремонта блоков цилиндров двигателей.

1.3. Приобрести навыки выполнения отдельных операций ремонта блока цилиндров двигателей.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить технологический процесс ремонта блоков цилиндров двигателей (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

Ремонт машин является объективной необходимостью, которая обусловлена техническими и экономическими причинами. Общее число деталей в современных машинах составляет тысячи наименований. Однако, число деталей, лимитирующих их срок службы до капитального ремонта не превышает несколько десятков наименований.

Блок цилиндров относится к классу корпусных деталей, от их технического состояния во многом зависит надежность сопряженных с ними деталей двигателя. В процессе эксплуатации блоки подвергаются химическому и тепловому воздействию, механическим нагрузкам динамического характера, вибрации, влиянию абразивной среды и т.д., поэтому их размеры, геометрия, структура металла, взаимное расположение осей и поверхностей нарушается, что резко ухудшает работу двигателя и снижает его эксплуатационные качества, приводит к потребности восстановления его первоначальных характеристик.

Наряду с поиском путей и методов повышения надежности, которые закладываются в конструкцию машин при проектировании и внедряются в сфере про-

изводства, необходимо изыскивать пути и методы для решения той же задачи в сфере эксплуатации и ремонта. Ремонт и восстановление деталей машин обеспечивает экономию высококачественного металла, энергетических и трудовых ресурсов, а также рациональное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды.

Основные дефекты блоков цилиндров.

В блоках разных моделей автотракторных двигателей встречаются практически однотипные дефекты. Различие выражается в коэффициенте повторяемости дефектов и разной степени износа одноименных рабочих поверхностей. Анализ дефектов блоков разных модификаций двигателей показывает, что по характеру повреждений и месту их расположения дефекты могут быть сгруппированы в несколько типовых групп.

Основные возможные дефекты, присущие блокам автотракторных двигателей всех моделей можно представить в следующем порядке (рисунок 9.1):

1) трещины, пробоины (1);
2) отклонение от соосности поверхностей коренных опор (4) и опор распределительного вала (3);
3) отклонение от плоскостности поверхности разъема с головкой блока (18) и забоины, неровности на привалочных плоскостях разъема муфты сцепления и механизма газораспределения;
4) износ: отверстий под вкладыши коренных опор (8) и опор распределительного вала(10); -внутренних поверхностей промежуточных втулок под шейки распредвала (11); -пальца промежуточного зубчатого колеса под втулку (2); -торцевых поверхностей под полукольца на крышках и в блоках (6); -отверстий под толкатели (16); -посадочного пояска под гильзу цилиндра (12, 13);
5) неплоскостность торцов под бурты гильз, забоины, заусеницы (14);
6) ослабление посадки штифтов в блоке (7, 9);
7) повреждение резьбовых соединений (15, 17);
8) кавитационный износ и накипь на стенках блока, взаимодействующих с охлаждающей жидкостью.

Ремонт блоков.

Технологическая последовательность ремонта блоков: очистка, дефектация, разделка и заварка трещин; обработка установочной плоскости и отверстий (на плоскошлифовальном, фрезерном или сверлильном станке); обработка привалочных плоскостей (фрезерный станок), обработка на радиально - расточном

станке (расточка и гильзование), слесарные работы, механическая обработка точных внутренних поверхностей (хонинговальный станок).

Специфика восстановления блоков связана главным образом с технологическими свойствами материала, из которого они изготавливаются. Большинство блоков изготавливают из: серого чугуна СЧ-18-36 (ЗиЛ-130), СЧ15-32, СЧ21-40, СЧ24-44; специального легированного чугуна (ЯМЗ);алюминиевого сплава АЛ - 4 (ЗМЗ).

В процессе ремонта крышки коренных подшипников, а также картеры сцепления с блоками не разукомплектовываются.

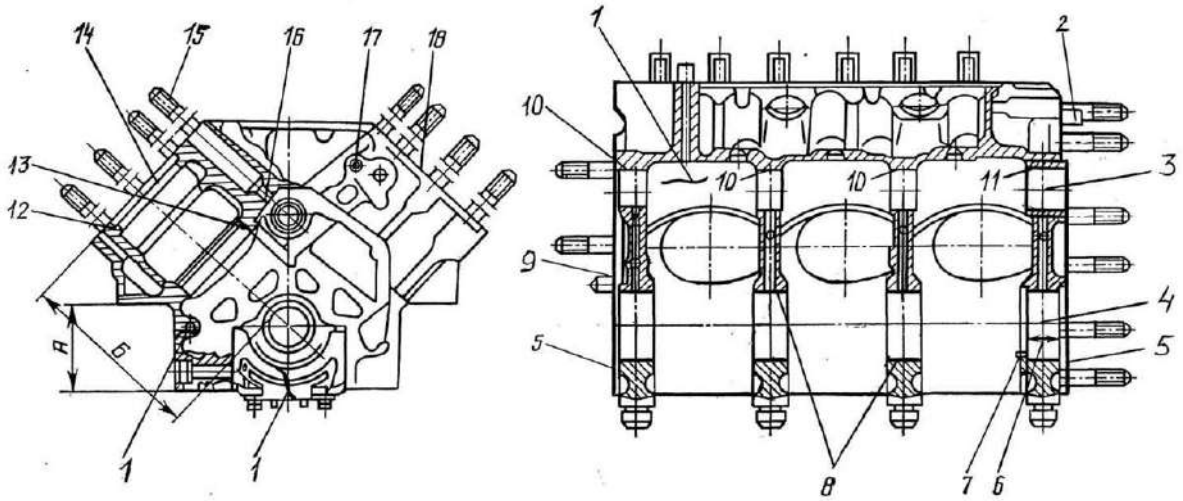


Рисунок 9.1 – Схема расположения основных дефектов блока (позиции указаны в тексте)

Ремонт трещин и пробоин.

Трещины, как и пробоины, являются браковочными признаками, однако если они не располагаются в высоконагруженных местах блока, допускается устранение пробоин постановкой заплат, а трещин - сваркой, заделкой синтетическими материалами или слесарно-механическим способом.

Перед сваркой концы трещины засверливают сверлом диаметром 5мм и затем разделывают ее при помощи шлифовального круга, установленного на пневматической или электрической шлифовальной, под углом 90... 120° на 2/3 толщины стенки.

При ремонте трещин на чугунных блоках применяют два основных метода сварки - холодный и горячий (с предварительным подогревом). Холодная сварка выполняется без предварительного подогрева детали следующими способами:

1) сварка самозащитной проволокой ПАНЧ— 11, ПАНЧ— 12.

Сварка ведется открытой дугой, без дополнительной защиты газом или флюсом. Заваривать трещину начинают от ее концов и продолжают к середине участка. Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности при 1=100 - 140А и напряжении U=14.. 18В. Для механизированной сварки применяют малые шланговые полуавтоматыА-547, А-547У, А-285, серии ПДГ (ПДГ - 301 -1) и другие в комплекте с выпрямителями ВС - 200, ВС - 300.

2) газовая сварка.

Сварка проводится ацетилено - кислородным пламенем с применением чугунных прутков марки Б (Si3,6 - 4,8%) или ПЧ3, НЧН1, ПЧН2 и флюса. В качестве флюса применяется техническая бура (Na2 B_4СЬ) или смесь 20% буры и 80%о борной кислоты (H_3ВОз). Флюс улучшает условия проведения сварки-пайки, предотвращает окисление, способствует лучшему сплавлению материалов.

3) электродуговая сварка постоянным током обратной полярности в среде аргона проволокой МНЖКТ (диаметром 1,2 мм) на полуавтомате А — 547 Р;

4) ручная электродуговая сварка:

а) электродами ПАНЧ - 2;

б) медно-никелевыми электродами МНЧ - 1;

в) медными электродами марки ОЗЧ - 1;

г) электродами ЦЧ - 3, ЦЧ - 4 (материал стержня СВ - 08, Св - 08А; применяется для заварки трещин без последующей механической обработки);

д) стальными электродами методом отжигающих валиков. Сварку ведут
электродом из малоуглеродистой стали (Э-34, Э-42). После наплавки первого сварочного валика длиной 35-50 мм сразу же наплавляют на него второй, отжигающий валик. Недостатки способа - высокие трудоемкость процесса и квалификация сварщика.

При горячем методе сварки блок предварительно нагревают в специальных печах, горнах или при помощи индукционного нагрева до температуры 600...700°С.Далее сварка может выполняться следующими способами:

1) газовая сварка ацетилено-кислородным пламенем с флюсом. Используют
чугунные прутки марок А (Si3,0 - 3,5%) и Б, стальную сварочную проволоку Св - 0,8, Св - 08А. В качестве флюса применяется бура или другие составы на ее основе.

2) электродуговая сварка электродами ОМЧ - 1.

Сварка ведется на переменном или постоянном токе обратной полярности короткими валиками (25 - 30мм) без перерывов с тем чтобы металл сварочной ванны все время был в расплавленном состоянии.

Подготовка к сварке трещин на блоках из алюминиевых сплавов должна проводиться не более чем за 2-3 часа до процесса сварки.

Основные способы сварки блоков из алюминиевых сплавов следующие:

1) аргонно-дугоеая сварка.

Для сварки используют вольфрамовый электрод ВЛ-10 диаметром 1...5 мм, которой затачивают в виде карандаша. Сварку проводят специальными установками УДГ - 301, УДГ - 501, УДАР - 500. Присадочным материалом может быть проволока из того же сплава, что и основной материал или проволока АК5 (Si- 5%). Режим сварки: при толщине стенки 4...6 мм -диаметр прутка равен $d_{пр}$= 3...4 мм, сила тока 1=150 - 270 А, напряжение U= 18...20 В, расход аргона Q=7...10 л/мин, диаметр электрода $d_{э}$=3...4 мм; при толщине стенки 10 мм соответственно - $d_{пр}$= 4...5 мм, I= 280 -320А, Q=ll-12 л/мин, $d_{э}$— 5мм.

2) газовая сварка:

а) газовая сварка с использованием флюса.

Флюсы марок АФ-4А, АН-4А и другие, содержащие хлористые и фтористые соли лития, натрия, калия, предназначены для растворения и удаления тугоплавкой оксидной пленки (AlOз). Сварку ведут ацетилено — кислородным пламенем, предварительно зачистив место сварки и нагрев его до 250-350°С, насыпают флюс на кромки трещины. Флюсы для сварки алюминиевых сплавов сильно разъедают металл, поэтому, завершив сварку, остатки флюса удаляют, промывают шов горячей водой и зачищают стальной щеткой.

б) газовая сварка без флюсов.

Место сварки предварительно подогревают до температуры 250 - 300°С и укладывают возле трещины кусочки присадочного материала (проволока Св-АК5, Св-АМЦ, Св-АК10 и др.), затем расплавляют зону сварки и удаляют оксидную пленку с поверхности сварочной ванны стальным крючком. Далее вводят в расплав кусочек подогретого присадочного материала, перемешивают крючком его до сплавления с основным материалом. При данном способе предварительно трещину не разделывают.

3) электродуговая сварка

а) сварку электродами ОЗА - 2 (для силуминов АЛ-2, АЛ -4, АЛ-11) проводят короткой дугой при обратной полярности из расчета не более

40А на 1 мм диаметра электрода со скоростью 0,4...0,6 м/мин и напряжении U=60...70В. Место сварки предварительно нагревают до 250-300°С;

б) электродуговая сварка угольным электродом. В качестве электродов используют графитовые и угольные стержни длиной 200...700 мм и диаметром 10... 18 мм. При помощи присадочного прутка (Св -АК5) вводят в сварочную ванну флюс (АФ-4А) и удаляют из нее шлак и оксиды. Детали перед сваркой подогревают до 250-350°С. Во время сварки электрод перемещают линейно, без поперечных колебаний.

Ремонт трещин полимерными материалами.

Подготовка эпоксидной композиции: разогревают тару с эпоксидной смолой ЭД-16 в термошкафу или емкости с горячей водой до температуры 60...80°С и наполняют ванночку необходимым количеством смолы. Добавляют порцию пластификатора (дибутилфталат), тщательно перемешивая смесь в течение 5...8 мин. Далее вводят наполнитель (железный, алюминевый, чугунный порошки, цемент, графит и др.) и перемешивают 8.. 10 мин. Приготовленный состав можно хранить длительное время. Непосредственно перед его применением вливают отвердитель (полиэтиленполиамин) и перемешивают в течение 5 минут, после чего эпоксидная композиция должна быть использована в течение 20.. .25 мин.

Ремонтируют трещины чугунных блоков составом Б, а из алюминиевых сплавов - составом А (таблица 9.1).

Таблица 9.1 - Составы эпоксидных композиций

Состав	Компоненты по массе, г.				
	Смола ЭД-16	Пластификатор (дибутилфтилат)	Наполнитель		Отвердитель (полиэтилен -
			алюминиевая пудра	железный порошок	
А	10	15	25	—	10
Б	10	15	—	160	10

Трещины длиной до 20 мм заделывают так: на концах трещины сверлят отверстия диаметром 2,5...3,0 мм; по всей длине снимают фаску под углом 60.. .70°С на глубину 1,0.. .3,0 мм. Зачищают поверхность на расстоянии 40...50 мм от трещины до металлического блеска и обезжиривают ацетоном. После просушивания в течение 8... 10 мин поверхность повторно обезжиривают и сушат. Первый слой эпоксидного состава наносят шпателем или кистью с усилием для обеспечения необходимой контактной прочности между

металлом и эпоксидной композицией. Далее заливают состав в трещину до полного ее заполнения. На трещины длиной более 20 мм дополнительно укладывает накладки из стеклоткани, и прикатывают их роликом, трещины длиной более 150 мм укрепляют металлической пластиной толщиной 1,5 мм на винтах М8 и М10.

Слесарно -механические способы ремонта трещин;

1) Штифтование. Трещину длиной менее 50 мм заделывают резьбовыми штифтами из меди или бронзы диаметром 0 8мм в определенном порядке (рисунок 9.2). После установки штифты расчеканивают, а отремонтированную поверхность паяют.

2) Заделка фигурными вставками. Технология ремонта включает сверление по кондуктору в детали специального паза и запрессовку в него заранее изготовленной фигурной вставки (стягивающей и уплотняющей), покрытой эпоксидным составом (рисунок 9.3).
3) Постановка заплат. Заплату из листовой стали 20 (меди, латуни) толщиной 1,5...2,0 мм крепят винтами или заклепками (на расстоянии 10... 15 мм относительно друг друга) так, чтобы она перекрывала края пробоины или трещины на 15...20 мм. Под заплату ставят прокладку из стеклоткани и промазывают ее герметиком.

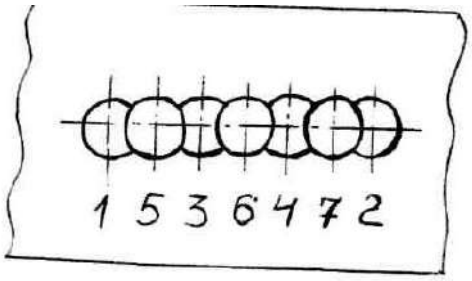
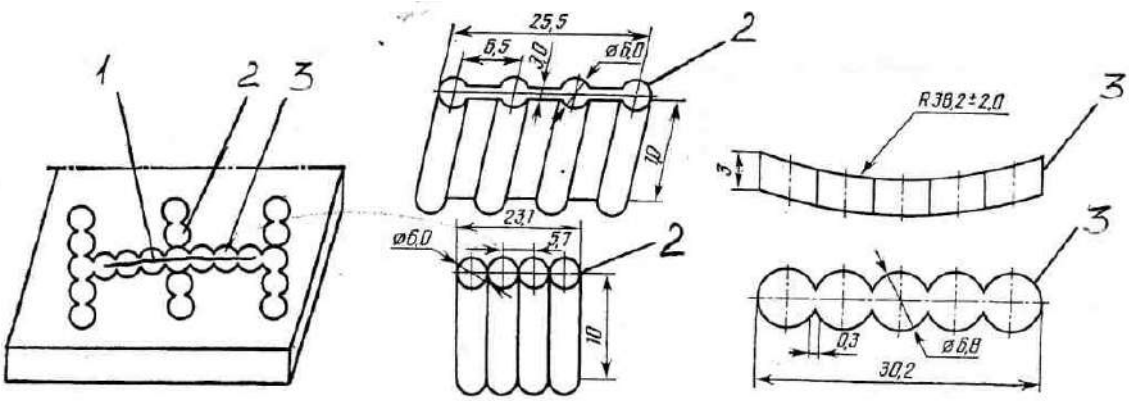


Рисунок 9.2 – Ремонт трещин штифтованием

Искажение макрогеометрии и несоосность поверхностей коренных опор устраняют следующими способами:

1) *Хонингование.* Применяется при одностороннем износе коренных опор (не более 0,02...0,03 мм) и в случае, когда необходимо устранить занижение размера (овальность) в результате деформации.
2) *Фрезерование привалочных*(торцевых) поверхностей крышек коренных подшипников. На станке 6М12П предварительно фрезеруют поверхности крышки под гайки (до выведения следов износа) и плоскость разъема крышки на глубину 0,3...0,4 мм, углубляют размер паза под усик вкладыша.



1-трещина; 2 – стягивающие фигурные вставки; 3- уплотняющие фигурные вставки.

Рисунок 9.3 – Ремонт трещин фигурными вставками

Затем крышки устанавливают на свои места, затягивают с требуемым усилием и растачивают коренные опоры на двухшпиндельном расточном станке модели ОР(ОР - 14557 для Д - 240 и их модификаций, ОР — 14553 - для СМД - 62, ОР - 14560 для А - 41) или одношпиндельном станке модели РД (РД50М3 для УМЗ - 421). Расточку ведут со смещением оси шпинделя (борштанги) на величину, равную половине глубины фрезерования крышек (0,15...0,2 мм). Режим растачивания: частота вращения шпинделя (борштанги) - 350 мин " , подача - 0,04 мм/об, шероховатость обработанных отверстий Ra= 22 мкм.

После обработки контролируют размеры: между плоскостью блока, прилегающей к головке и осью гнезд; между осями коленвала и распредвала. Восстановление формы и размера отверстия растачиванием наиболее предпочтительно, поскольку блоки при этом не подвергаются термическим воздействиям.

3) *Эпоксидные композиции.* Наносят эпоксидный состав на гнезда (в качестве
наполнителя используют порошки, хорошо проводящие тепло), укладывают оправку, затягивают крышки. После высыхания состава снимают оправку и растачивают гнезда под номинальный размер.

4) *Ремонтные размеры гнезд и вкладышей, увеличенных по наружному диаметру;*

5) *Дополнительная ремонтная деталь (ДРД).* Гнездо растачивается под увеличенный размер, устанавливаются стальные полукольца, которые фиксируются на гнезде и крышке контактной приваркой, винтами или клеем.

6) *Электролитическое натирание, пайка баббитом, наплавка бронзой или*

латунью с последующей расточкой под номинальный размер.

При каждом способе восстановления коренных опор в заключении следует обязательно проверить правильность положения деталей, которые крепятся на задней и передней плоскостях блока (кожух маховика, картер сцепления, крышка шестерен распределения), относительно новой оси гнезд и при необходимости провести центрирование этих деталей на блоке.

Отклонение от плоскостности поверхностей блока цилиндров проверяют контрольной линейкой со щупом. Допускаемая наибольшая величина неплоскостности 0,05 - 0,1 мм, при больших значениях проводят механическую обработку (фрезерование или плоское шлифование) до устранения дефекта.

Износ внутренней рабочей поверхности цилиндров блока устраняют:

1) растачивание и хонингование под ремонтный размер;
2) запрессовка сухой гильзы.

Цилиндры блока последнего ремонтного размера растачивают, запрессовывают гильзу (из титано-медистого или марганцовистого чугуна), растачивают и хонингуют гильзу под номинальный размер.

Износ поверхностей отверстий под толкатели, втулки распределительного вала и палей, промежуточной шестерни устраняют:

1) Растачиванием под ремонтный размер.

Гнезда под втулки и втулки после запрессовки в блок растачивают (развертывают) при помощи приспособления, обеспечивающего сохранение расстояний между осями отверстий под коренные опоры, втулок распредвала и пальца промежуточной шестерни. 2) Расточка, запрессовка втулок с увеличенным наружным диаметром. После запрессовки втулки развертывают до номинального размера.

Восстановление резьбовых соединений:

-прогонка резьбы инструментом номинального размера (при срыве

резьбы менее 2-х ниток); -растачивание и нарезание резьбы увеличенного размера; -сверление и нарезание отверстий в новом месте; -установка ввертышей (резьбовых пробок) и резьбовых спиральных

вставок; -заварка нарезной части и нарезание новой резьбы -залом шпильки или болта устраняется заменой. Обломок вывертывают шпильковертом. При невозможности применения шпильковерта залом высверливается сверлом диаметром 02/3 размера резьбы, забивают трехгранный стальной экстрактор и выворачивают его ключом вместе с заломом.

Износ торцевых поверхностей под полукольца и боковых поверхностей крышек коренных опор восстанавливают электролитическими покрытиями (железнение).

Износ посадочных мест под нижний поясок гильзы устраняют:

- проточка дополнительной канавки под уплотнительное кольцо на радиально - сверлильном станке (при глубине кавитационных раковин не более 1,5 мм);
- растачивание пояска для запрессовки втулки с заранее изготовленной канавкой под уплотнительное кольцо.

Ремонт торцевых поверхностей гнезд блока под верхний бурт гильзы.

Состояние торцевых поверхностей проверяют индикаторным приспособлением, которое позволяет одновременно определить глубину (износ) выточки и параллельность ее основания верхней плоскости блока цилиндров (рисунок 9.4). Разница измерений в пределах одного гнезда не должна превышать 0,03 мм, а по всем гнездам не более 0,05 мм. Неплоскостность восстанавливают на радиально - сверлильном станке (2Н55) растачиванием до выведения следов износа. Глубина всех гнезд после растачивания должна быть одинаковой.

Ослабление посадки и выпадение штифтов устраняется развертыванием отверстий под штифты и установкой ступенчатых штифтов увеличенного размера, изготовленных из стали 45.

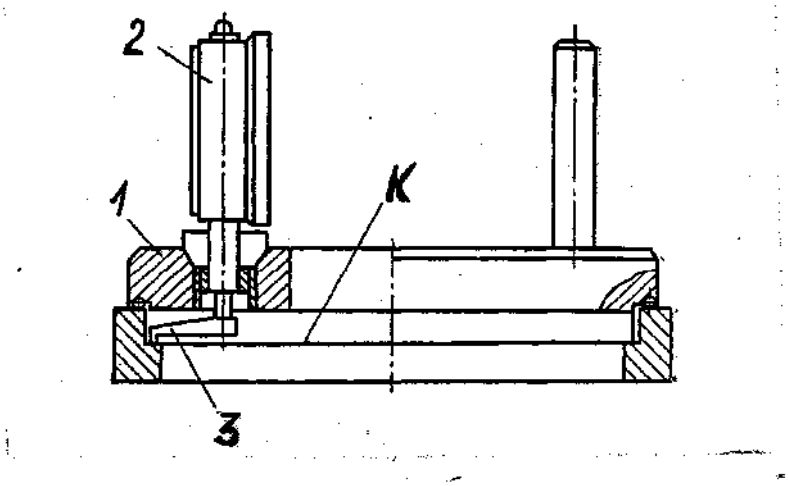
Гильзы цилиндров.

Дефекты гильз цилиндров.

Гильзы цилиндров относятся к классу «полых стержней», их изготавливают из серого чугуна СЧ18-36 (ЗиЛ - 130), СЧ22-44 (ЗМЗ - 53), из специального легированного чугуна /ЯМЗ, КАМАЗ/.

Гильзы автотракторных двигателей изнашиваются в результате трения поршневых колец, воздействия абразивных частиц, газовой эрозии и кавитации. *Основные дефекты гильз автотракторных двигателей'.*

1) трещины
2) износ:
   - внутренней рабочей поверхности;
   - посадочных (верхнего и нижнего) поясков;
3) кавитационные разрушения наружней поверхности;
4) отложения накипи



1-корпус приспособления; 2-индикатор; 3-щуп индикатора.

Рисунок 9.4 – Контроль опорной поверхности К бурта гильзы

Ремонт гильз цилиндров.

Для очистки гильз от накипи и продуктов коррозии на ремонтных предприятиях применяется моечная машина ОМ - 21601.

Трещины на поверхностях гильз не допускаются. Для обнаружения трещин применяются различные методы дефектоскопии: магнитный (дефектоскопы стационарные М - 217, УМД - 9000, переносные 77ПМД - 3М, ПМД - 70, ДМП - 2, МК (магнитный карандаш)), люминесцентный (ПЛУ - 2, ЛЮМ - 2 и др.), ультразвуковой (УЗД - 7Н, УД - 10УА).

Износ внутренней поверхности гильзы замеряют в двух взаимно перпендикулярных плоскостях на длине 100 мм от нижнего края гильзы, а также на длине 15 мм от верхнего ее края с помощью нутромера НИ -100-160 (ГОСТ 968 - 84). Овальность и конусообразность гильз цилиндров должны быть в пределах, указанных в таблице 1 (Приложение А).

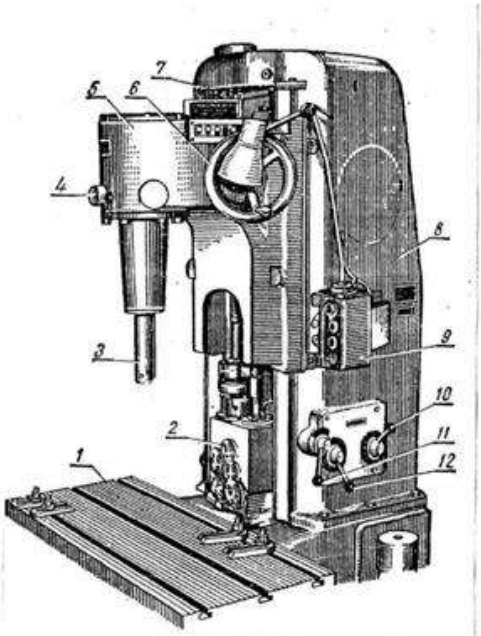
Гильзы изнашиваются по длине на конус, а по окружности на овал. Максимальный износ цилиндра находится в зоне остановки верхнего компрессионного кольца при положении его в ВМТ. Наибольшая ось овала располагается в плоскости качания шатуна (Б-Б) 1) обработка (растачивание и хонингование) под ремонтный размер.

Для гильз автомобильных двигателей, как правило, устанавливается три ремонтных размера с интервалом 0,5 мм, д ля гильз тракторных двигателей -один ремонтный размер Р1 через 0,5 мм или 0,7 мм (Приложение А, таблица 1).

Изношенную внутреннюю поверхность гильзы растачивают на вертикально - расточных станках моделей 278Н, 279Н (рисунок 9.5), алмазно - расточных станках типа А278.

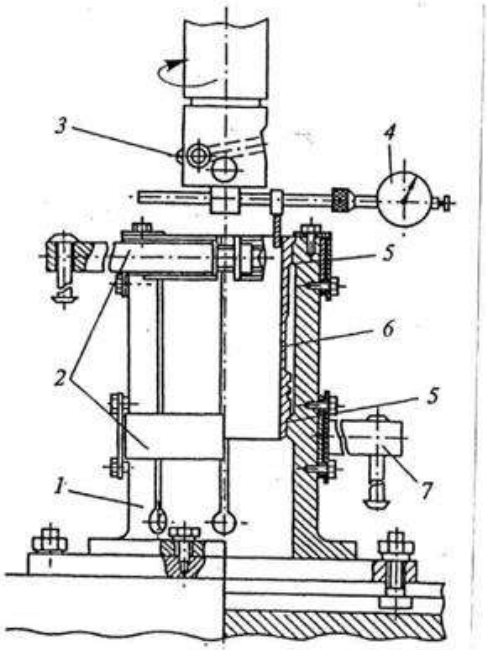
Гильзу устанавливают в кондуктор, размещенный на столе расточного станка. В качестве базовой поверхности используют неизношенный цилиндрический поясок в верхней части гильзы. С помощью индикаторного приспособления совмещают оси шпинделя станка и гильзы (рисунок 9.6).Центрирование гильзы достигается поворотом шпинделя. После центрирования кондуктор закрепляют на столе станка. Затем оправку снимают и устанавливают вылет резца для растачивания на необходимый размер. Растачивают гильзу за один проход (без охлаждающей смазки) на режиме: частота вращения шпинделя 112 мин ", подача инструмента 0,2 мм/об. Овальность и конусность после растачивания не более 0,03 мм, шероховатость поверхности не ниже 6 класса (Ra= 2,5...1,25мкм). При расточке оставляют припуск (0,05 - 0,07 мм) на окончательную обработку хонингованием или раскаткой.

Назначение хонингования - достижение необходимого класса чистоты обрабатываемой поверхности. Хонингование проводят на специальных станках типа 3833М, ЗА833, ЗБ833 (рисунок 9.7) абразивными или алмазными брусками, закрепленными в специальной головке - хоне.



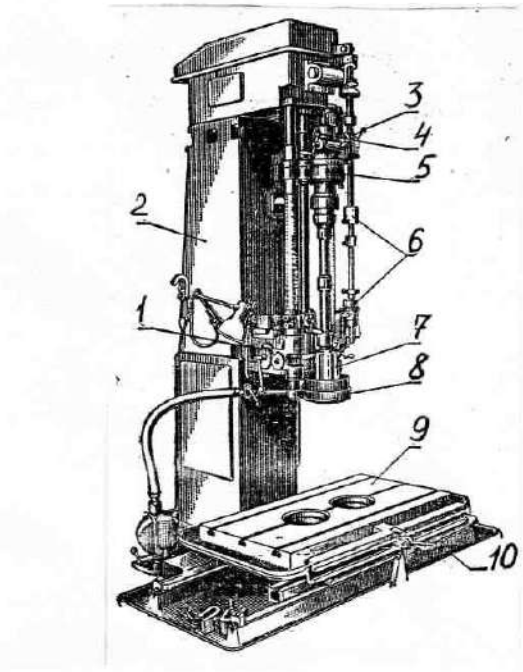
1-стол станка; 2-коробка скоростей и подач; 3- шпиндель; 4-рукоятка отключения шпинделя от привода; 5-шпиндельная бабка; 6-маховик ручных перемещений шпиндельной бабки; 7-рукоятка включения смазки; 8-колонка и основание;9-пульт управления; 10-рукоятка переключения скоростей; 11-рукоятка включения рабочей, ускоренной и ручной подачи; 12-рукоятка переключения подач.

Рисунок 9.5 – Общий вид вертикально-расточного станка 278Н



1-корпус; 2-верхний и нижний пояса зажима гильзы; 3-резец; 4-индикаторное приспособление совмещения оси гильзы цилиндров с осью шпинделя; 5-верхний и нижний посадочные пояски кондуктора; 6-гильза; 7-стяжной винт пояса с рукояткой.

Рисунок 9.6 - Кондуктор и приспособление для центровки гильзы на столе расточного станка



1-коробка скоростей, 2-станина, 3–рукоятка настройки автоматического режима, 4–рукоятка ручного тормоза разжима, 5–шпиндельная головка, 6–попутные кулачки реверса, 7–специальная головка (хон), 8–кольцо охлаждения, 9–стол, 10–рукоятка стопорения стола.

Рисунок 9.7 – Общий вид хонинговального станка 3Б833

Устройство станка обеспечивает автоматическое вращательное и возвратно - поступательное движение хона, заданное увеличение его диаметра (разжим) за каждый цикл подъема и опускания. Величину давления брусков хона на стенки гильзы контролируют по величине тока на амперметре станка. Для получения необходимого класса чистоты хонингование проводят в два перехода -предварительное (черновое) и окончательное (чистовое). Окружная скорость для предварительного хонингования 60...85 м/мин, окончательного - 45...50 м/мин; скорость возвратно - поступательного движения хона равна 0,2 окружной скорости; давление брусков на обрабатываемую поверхность цилиндра -0,2...0,3МПа. При хонинговании необходимо установить определенную длину хода головки. Перемещение головки должно быть таким, чтобы величина выхода брусков за торец гильзы (цилиндра) составила 0,02 -0,04 их длины. При большем ходе головки образуется вогнутость рабочей поверхности гильзы, а при меньшем - бочкообразность. Овальность и конусообразность после обработки не должны бать более 0,02-0,03 мм (приложение А, таблица 1).

Хонингование выполняют при непрерывной и обильной подаче смазочно -охлаждающей жидкости в зону обработки (керосин или смесь керосина с 15-20% индустриального масла). Для предварительного хонингования используют бруски из синтетических алмазов марки АСК 250/200М1100, которые

обеспечивают большую глубину рисок, служащих в последующем масляными карманами. Для чистового хонингования целесообразно использовать бруски марки АСО 80/64 Р11 50, обеспечивающие требуемую шероховатость обрабатываемой поверхности не ниже 9 класса. На современных хонах могут устанавливаться одновременно бруски для чернового и чистового хонингования.

Рабочую поверхность гильзы можно упрочнить путем вибрационного обкатывания шариковой раскаткой. Процесс осуществляют после растачивания или одновременно за один проход.

2) пластинирование (вставка стальной ленты)

Внутреннюю поверхность изношенной гильзы растачивают, хонингуют и зенкуют фаску торцевой фрезой. Ленты из стали 65Г, У8А, У10А толщиной 0,5; 0,6; 0,7 мм разрезаются на пластины в размер, обусловленный диаметром расточенной гильзы с учетом припуска под шлифование торцов. Пластину последовательно обжимают и свертывают во втулку, которую затем запрессовывают в гильзу цилиндров. В каждую гильзу последовательно запрессовывают две пластины. Благодаря упругим свойства и небольшой толщине пластины плотно прилегают к поверхности отверстия. В отверстии запрессованной втулки зенкуют фаску и производят хонингование.

3) термопластическое обжатие

Гильзу устанавливают в матрицу и с помощью индуктора нагревают ТВЧ до температуры 840...880°С и интенсивно охлаждают (установки ОР-11301, 02.04.093 «Ремдеталь»).

4) индукционная центробежная наплавка;
5) электролитические покрытия (проточное хромирование, железнение);
6) электрохимическое хонингование.

<u>Износ посадочных поясков гильзы восстанавливают:</u>

1) железнение;
2) электроконтактная приварка ленты (установка 011-1-07 «Ремдеталь» Режим: ток 8,0...8,5 кА, частота вращения гильзы – 3 мин$^{-1}$, время сварки 0,02 с; время паузы 0,12с. Материал ленты - сталь 40 или 50, толщина 0,5 мм);
3) электродуговое напыление (электрометаллизатор ЭМ-12-67 на установке ОКС-11244). Применяют проволоку Св-08А, для улучшения сцепляемости покрытия с основной поверхности поясков обрабатывают дробью ДЧК-0,5.
4) плазменное напыление (установки УПУ-3М, УМП-5). Восстанавливают напылением порошковых смесей ПС (например, ПС-5) на основе железного порошка.

5. Задание студенту

5.1. Изучить дефекты и основные способы их устранения для блоков цилиндров и гильз автомобильных двигателей;

5.2. Провести измерения гильз цилиндров индикаторным нутромером, результаты измерений занести в таблицу, построить эпюру износа гильзы;

5.3. Определить ремонтный размер для гильз (цилиндров) и рассчитать режимы растачивания и хонингования.

5.4. Под руководством преподавателя и ли учебного мастера произвести растачивание гильзы на станке 278Н и хонингование на станке 3Б833.

5.5. Оформить отчет.

5.6 Сделать заключение о результатах ремонта блоков цилиндров двигателей.

Контрольные вопросы:

1. Назвать основные дефекты блоков цилиндров и гильз двигателей.
2. Привести варианты устранения дефектов блока и пояснить их сущность.
3. Назвать дефекты наружной поверхности гильз и пояснить их сущность.
4. Перечислить технологическую последовательность операций восстановления гильз и блоков цилиндров.
5. Какое оборудование применяют для ремонта внутренней поверхности гильз и блоков цилиндров.
6. Как определяют основные режимы растачивания и хонингования.
7. Как происходит центрирование гильзы (цилиндра) блока относительно оси шпинделя расточного станка.

Лабораторная работа № 7.

Ремонт и сборка цилиндропоршневой группы ДВС

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о технологическом процессе ремонта шатунно-поршневой группы двигателей.

1.2. Изучить технологический процесс ремонта шатунно-поршневой группы двигателей.

1.3. Приобрести навыки выполнения отдельных операций сборки шатунно-поршневой группы двигателей.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить технологический процесс ремонта шатунно-поршневой группы двигателей (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

Общие сведения о динамике кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания.

Детали кривошипно-шатунного механизма автотракторных двигателей внутреннего сгорания: поршень в сборе с поршневыми кольцами,поршневой палец и шатун подвергаются периодическому воздействию сил давления газов,сил инерции и воздействию температурных напряжений. У современных быстроходных двигателей силы инерции иногда превышают величину нагрузки от давления газов и при ремонте деталей шатунно-поршневой группы необходимо принимать меры по их снижению.

Температурные напряжения и деформации деталей, соприкасающихся с горячими газами, также достаточно велики. Для снижения температурных напряжений заводы-изготовители используют целый ряд конструкторских и технологических мер.

На рис. 10.1 показана схема нормального кривошипно-шатунного механизма рядного двигателя и действующих в нем сил.На днище поршня при воспламенении рабочей смеси действует сила давления газов $P_г$. Максимальное значение этой силы определяют по формуле:

$$P_г = \eta_{г\max} \cdot F_n, \quad \text{Н} \qquad (1)$$

где $\eta_{г\max}$ - максимальное давление газов , Н/м^2;

F_n – площадь поршня, м^2 .

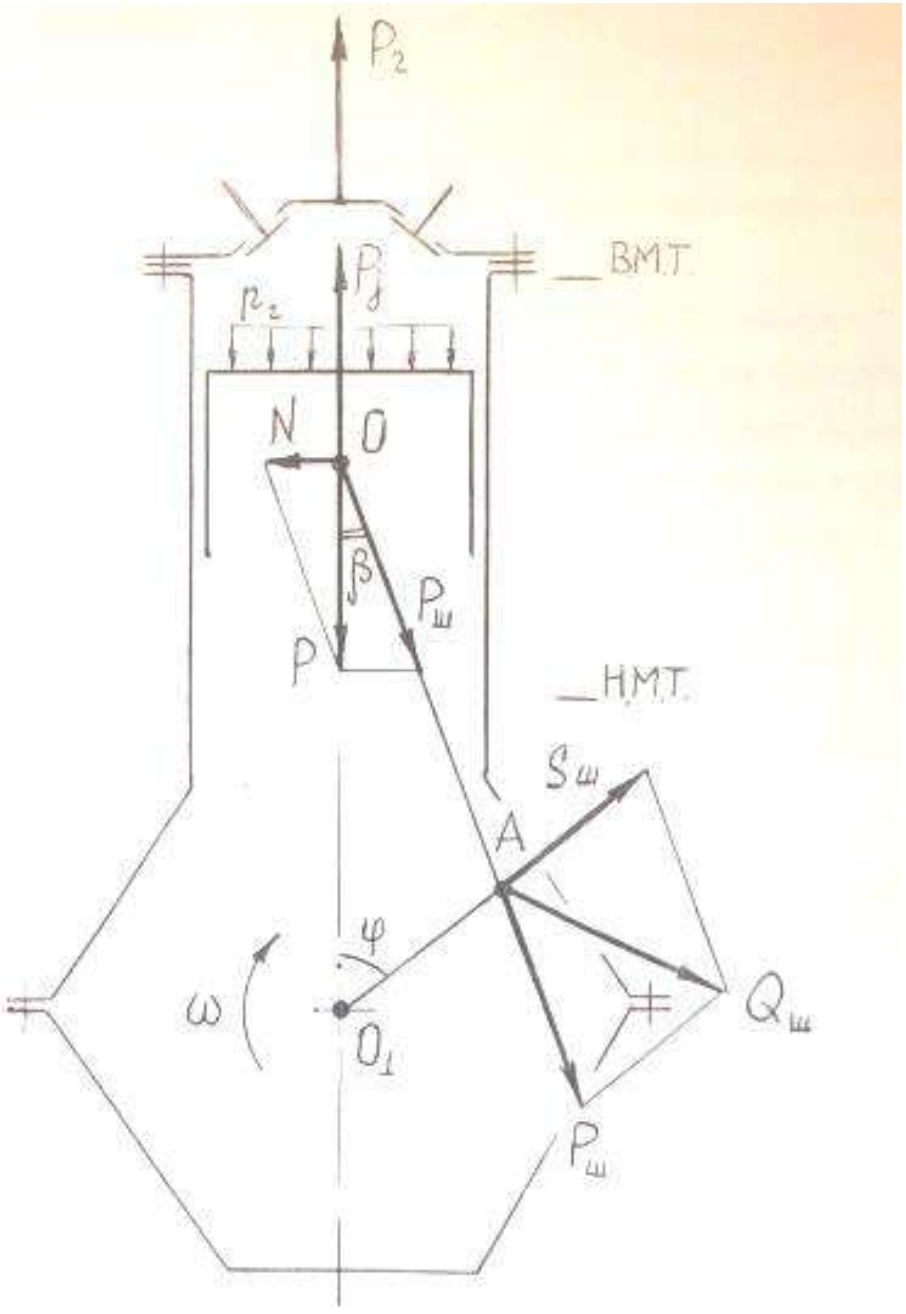


Рис. 10.1 – Схема нормального кривошипно-шатунного механизма рядного двигателя.

Сила Р, действующая на поршневой палец, отличается от силы давления газов, так как в процессе работы двигателя возникают силы инерции и силы трения.

Детали шатунно-поршневой группы в процессе работы совершают сложное движение: поршень в сборе с кольцами и пальцем совершает возвратно-поступательное движение; верхняя головка шатуна и часть его тела также совершают возвратно-поступательное движение, а нижняя головка и прилегающая к ней часть тела шатуна совершает вращательное движение.

В инженерных расчетах массу шатуна условно делят на две составляющие:

$$m_ш = m_1 + m_2 , \quad (2)$$

где m_1- масса верхней головки шатуна и части тела, совершающие возвратно-поступательное движение (m_1=0,2…0,3 $m_ш$)

m_2 – масса нижней головки шатуна и части тела шатуна, совершающие вращательное движение.

Следовательно, масса возвратно-поступательно движущихся деталей определяется по формуле:

$$m = m_n + m_1 ,(3)$$

где $m_п$ – масса поршня в сборе с кольцами и поршневым пальцем.

Без учета сил трения, сила Р, действующая на поршневой палец и верхнюю головку шатуна, определяется по формуле:

$$P = \pm P_г \pm P_j , \quad (4)$$

где P_j- сила инерции возвратно-поступательно движущихся масс.

В инженерных расчетах Р определяют по приближенной формуле (1):

$$P_j = m \cdot j = m \cdot r \cdot \omega \cdot (\cos\varphi + \lambda \cdot \cos 2\varphi) \quad (5)$$

где j - ускорение, поршня;

r – радиус кривошипа коленчатого вала (отрезок ОА, рис. 5.1);

ω - угловая скорость вращения коленчатого вала;

φ – угол поворота коленчатого вала;

λ - отношение длины радиуса кривошипа к длине шатуна.

$$\lambda = \frac{r}{l_ш} = \frac{O_1A}{OA}$$

Формулу (5) можно записать в следующем виде:

$$P = P_{j1} + P_{j2} , \quad (6)$$

где $P_{j1} = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \cos\varphi$ - сила инерции первого порядка, период изменения которой один оборот коленчатого вала;

$P_{j2} = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot \cos 2\varphi$ - сила инерции второго порядка, у которой период изменения пол-оборота коленчатого вала.

Эти силы действуют по оси цилиндра и, также как силы давления газов, считаются положительными, если они направлены к оси коленчатого вала, и отрицательными, если они направлены от коленчатого вала.

Из сказанного выше следует вывод о том, что для снижения сил инерции детали шатунно-поршневой группы должны иметь незначительную массу, а у многоцилиндровых двигателей массы одноименных деталей должны быть равны. Кроме того, шатуны двигателя должны иметь одинаковую массу верхней и нижней головок.

Раскладывая силу P (см.рис. 10.1) на две составляющие: силу $P_ш$, направленную по оси шатуна, и силу N, перпендикулярную оси цилиндра, получают:

$$P_ш = \frac{P}{\cos\varphi}, \quad (7)$$

$$N = P \cdot tg\beta, \quad (8)$$

Боковая силаN,действующая на стенку цилиндра; наибольшее значение имеет в период рабочего такта,поэтому считают,что левая сторона цилиндра и поршня более нагружены.СилаN меняет свое направление при переходе поршня верхней и нижней мертвой точек и в случае увеличенного зазора между гильзой и юбкой поршня вызывает стук поршней.Для снижения стука поршней в ВМТ некоторые заводы-изготовители смещают ось поршневого пальца относительно плоскости симметрии юбки поршня влево на 2...3мм(при взгляде на двигатель со стороны передней части коленчатого вала).Положение поршня при сборке двигателей контролируют по специальным меткам на его днище или юбке.

На шатунную шейку, кроме силы $P_ш$, действует центробежная сила инерции $S_ш$приведенной массы нижней головки шатуна:

$$S_ш = m_2 \cdot r \cdot \omega^2, \quad (9)$$

Нагрузка на шатунную шейку коленчатого валаQшопределяется геометрическим сложением сил $P_ш$ и $S_ш$:

$$\overline{Q_ш} = \overline{P_ш} + \overline{S_ш}, \quad (10)$$

Рассматривая силы, приведенные в формулах (1,5,6,8,9,10),видно, что они меняют свою величину и направление в зависимости от угла поворота вала. При компоновке многоцилиндровых двигателей конструкторы стремятся чтобы силы инерции были минимальными по величине и взаимно уравновешивали друг друга, хотя это не всегда удается сделать.

Для повышения надежности и снижения расхода масла двигателей деталям шатунно-поршневой группы придают сложную геометрическую форму, часто ассиметричную, незаметную визуально и подвергают различным технологическим воздействиям при изготовлении или ремонте, которые неизвестны широкому кругу людей, занимающихся эксплуатацией машин. Поэтому детали шатунно-поршневой группы устанавливают на двигатель в определенном положении согласно инструкции завода-изготовителя или указаний технологических карт на их сборку.

Дефекты деталей шатунно-поршневой группы и способы их устранения.

Дефекты шатунов.

На рис. 10.2 представлен шатун автотракторного двигателя и указаны его дефекты. Шатуны автотракторных двигателей изготовляют из легированных сталей 45Г2, 40Х и др. и подвергают специальной термообработке.

После ремонта у шатунов проверяют отклонение от параллельности осей верхней и нижней головок шатунов на специальном приспособлении, показанном на рис. 10.3.

В процессе контроля изгиба и скручивания шатуна в отверстия его верхней и нижней головок устанавливают цилиндрические оправки 5 и 9 и по разнице показаний индикаторных головок 4 и 8 определяют скручивание шатуна, а по показанию индикаторной головки 7 определяют его изгиб. При обнаружении выше допустимого значения непараллельности осей верхней и нижней головок шатунов после расточки бронзовой втулки верхней головки необходимо принять меры по технологической наладке станка УРБ-ВП.

Дефекты поршней.

На рис. 10.4 показан поршень автотракторного двигателя и указаны его дефекты. Поршни современных автотракторных двигателей изготавливают из алюминиевого сплава М-25, АЛ-30 и др. Шлифуют поршни при их изготовлении по специальному копиру. Юбка поршня в поперечном сечении имеет овальную форму, а вдоль вертикальной оси имеет конусную поверхность. Для улучшения приработки поршни покрывают слоем олова толщиной 0,004...0,006 мм. С целью снижения стука поршня при переходе им в.м.т. у не-

которых марок поршней отверстие под поршневой палец расположено не по оси симметрии поршня, а смещено на 2...3 мм.

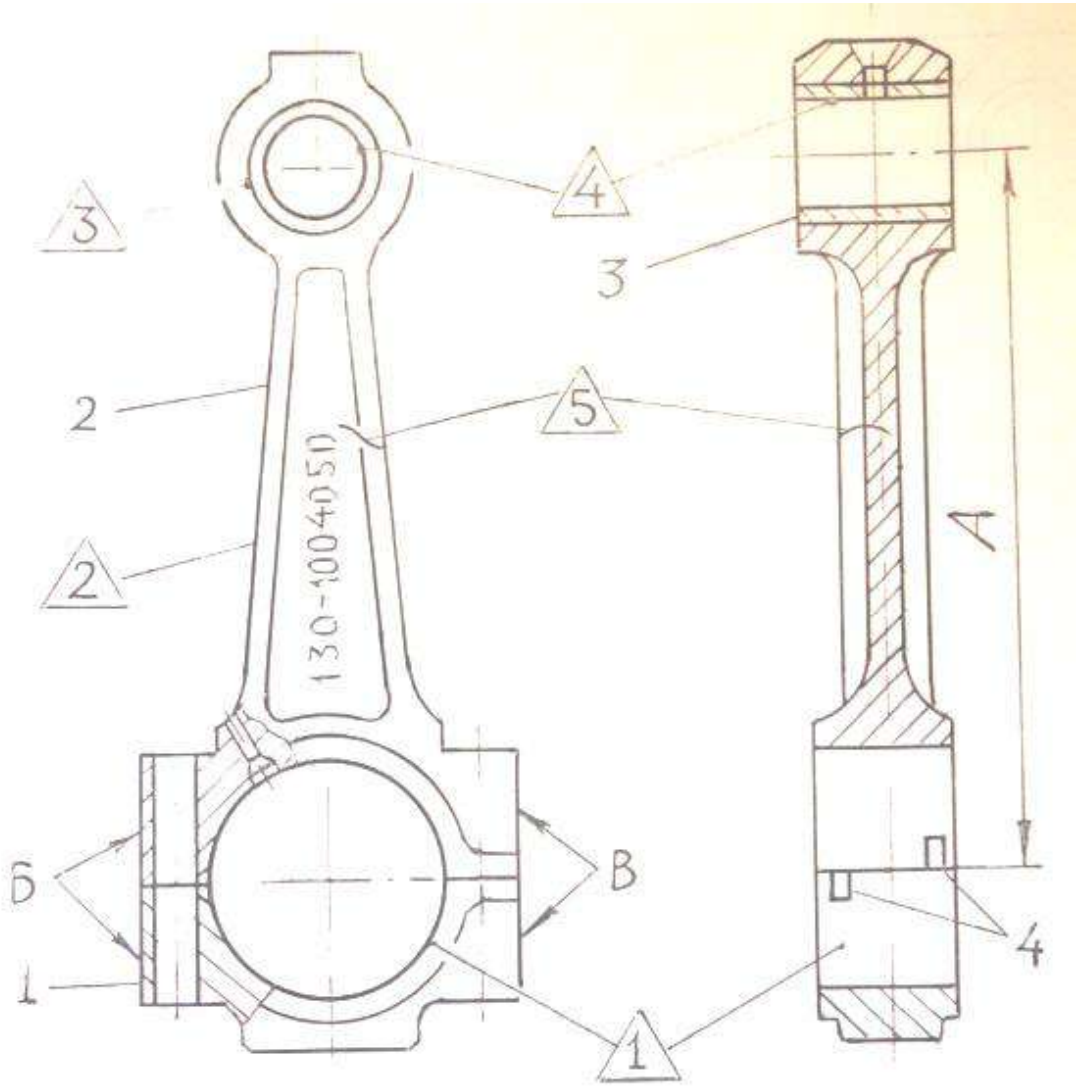


Рис. 2. Шатун двигателя и его дефекты:

I - крышка нижней головки шатуна; 2 - тело шатуна;
3 - бронзовая втулка верхней головки шатуна; 4 - пазы для фиксации шатунных вкладышей.

Б - место клеймения комплектности тела шатуна с крышкой;

В - место клеймения массы шатуна.

1 - износ отверстия нижней головки шатуна;

2 - изгиб и скручивание тела шатуна;

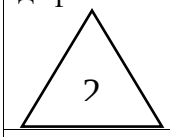
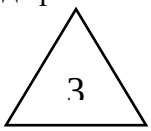
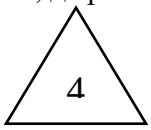
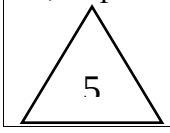
3 - износ отверстия верхней головки под втулку;

4 - износ внутренней поверхности втулки;

5 - трещины.

Основные дефекты шатунов и способу их устранения представлены в таблице 10.1.

Таблица 10.1 - Дефекты шатунов и способу их устранения

Наименование	Способы устранения дефектов
Износ отверстия нижней головки шатуна, дефект	1. Железнение в гальванической ванне с последующей механической обработкой 2. Фрезерование или шлифование плоскости разъема крышки шатуна на глубину 0,3...0,4 мм; сборка крышки с телом шатуна и расточка отверстия под номинальный размер 3. Наплавка различными способами с последующей механической обработкой
Изгиб и скручивание тела шатуна, дефект 	1. Правка в холодном или нагретом состоянии шатуна в специальных приспособлениях При аварийных изгибах шатуны выбраковывают.
Износ отверстия верхней головки шатуна под втулку, дефект 	1. Восстановление отверстия железнением с последующей механической обработкой под номинальный размер. 2. Расточить отверстие под ремонтный размер. Изготовить втулку, имеющую увеличенный наружный диаметр и запрессовать её в верхнюю головку.
Износ внутренней поверхности втулки, дефект 	1. При капитальном ремонте изношенную втулку выпрессовывают, запрессовывают новую втулку и растачивают отверстие под номинальный размер на станке УРБ-ВП. 2. При текущем ремонте величину износа втулки сравнивают с предельно допустимым износом и при необходимости втулку заменяют и растачивают.
Трещины на теле шатуна или крышке, дефект 	При обнаружении трещин любого расположения шатун выбраковывают.

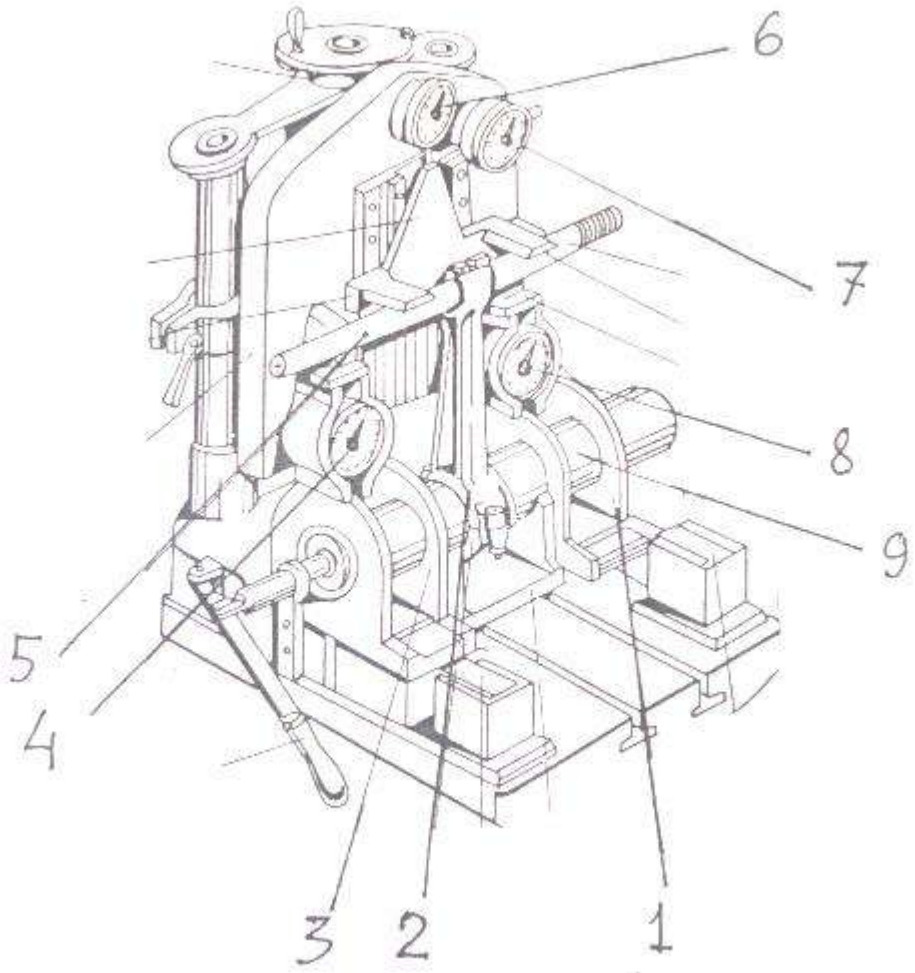


Рисунок 10.3 - Приспособление для контроля и правки шатунов:

1,3 – опоры для базирования цилиндрической оправки 9;2 – шатун;4,6 – индикаторные головки для определения скручивания шатуна; 5 – цилиндрическая оправка верхней головки шатуна; 6 –индикаторная головка для определения длины шатуна; 7 – индикаторная головка для определения изгиба шатуна;9 – цилиндрическая оправка для базирования шатуна в приспособлении.

При обнаружении очагов выгорания металла днища поршня, трещин на юбке или головке поршни выбраковывают. При капитальном ремонте двигателя все поршни заменяются новыми.

При текущем ремонте двигателя износы рабочих поверхностей поршня сравнивают с допустимыми и при необходимости их заменяют новыми.

В литературных источниках содержится информация о восстановлении изношенных канавок поршневых колец наплавкой. Практического применения этот способ не нашел, поэтому следует считать, что поршни восстановлению не подлежат.

Дефекты поршневых пальцев.

На рис. 10.5 показан вид пальца и его дефекты.

Поршневые пальцы изготовляют из легированных малоуглеродистых сталей 12ХН3А,15Х,20Х и др. Наружная поверхность пальцев подвергается цементации и закалке до твердости 60...62HRC.

Основные дефекты пальцев и способы их устранения представлены в таблице 10.2.

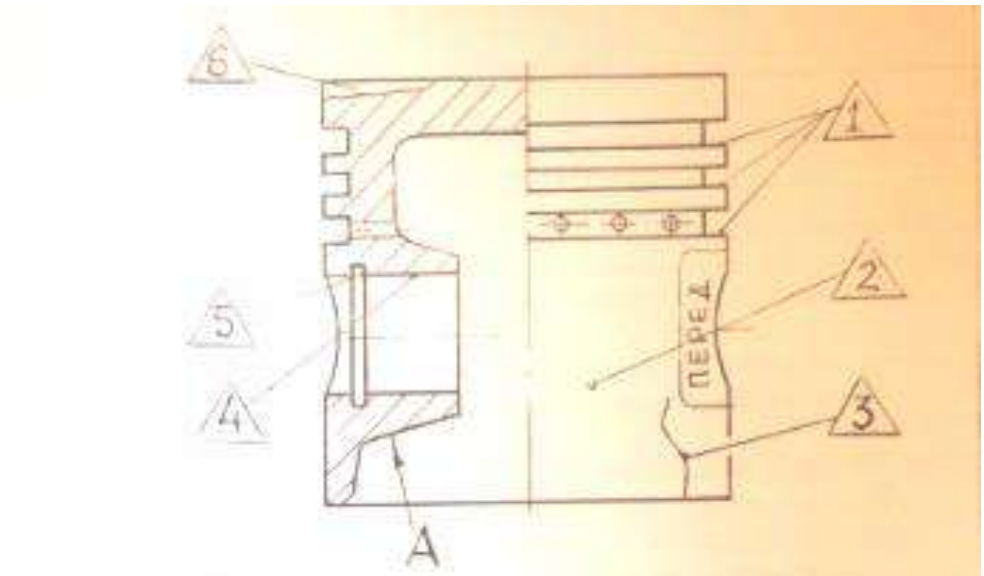


Рис. 5 . Поршень двигателя и его дефекты:

1 - износ канавок для поршневых колец; 2 - износ юбки; 3 - трещины; 4 - износ отверстий в бобышках; 5 - износ канавок под стопорные кольца; 6 - выгорание металла днища поршня.

А - место нанесения маркировки размерной группы отверстия в бобышках под поршневой палец.

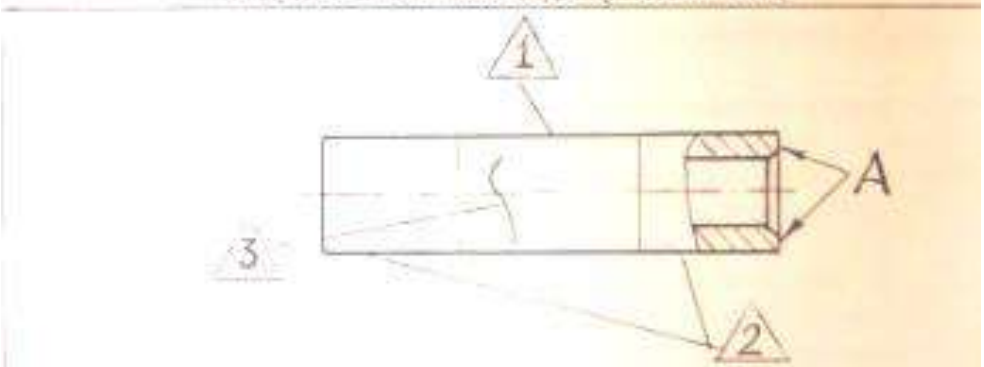
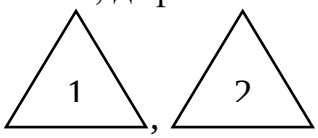


Рис. 6 . Поршневой палец и его дефекты:

1 - износ поверхности под втулку шатуна, 2 - износ поверхности пальца в зоне бобышек поршня, 3 - трещины и изломы.

А - место нанесения маркировки размерной группы пальца .

Таблица 10.2 Дефекты поршневых пальцев и способы их устранения

Наименование дефекта	Способы устранения дефекта
Износ наружной цилиндрической поверхности, дефекты 	1. Хромирование с последующей механической обработкой 2. Раздача пальца в нагретом или холодном состоянии с последующей механической обработкой 3. Гидротермическая раздача (нагрев наружной поверхности пальца ТВЧ до температуры 780-830 °С с последующим охлаждением холодной водой внутренней поверхности пальца)
Трещины и излом	Браковать

Технологический процесс ремонта и сборки деталей шатунно-поршневой группы.

Заводы-изготовители запасных частей выпускают поршни номинального и ремонтных размеров. Гильзы цилиндров и поршневые пальцы выпускают только номинального размера. На ремонтных предприятиях гильзы цилиндров растачивают до ремонтных размеров.

Для получения оптимальных зазоров и натягов детали шатунно-поршневой группы как номинального, так и ремонтных размеров дополнительно сортируют на размерные группы. При сортировке гильз, поршней и пальцев на размерные группы замеры производят высокоточными пневматическими длинномерами.

Подбор комплекта деталей шатунно-поршневой группы.

Размерные группы на гильзе, поршне и поршневом пальце маркируют краской,буквенными или цифровыми индексами.Обозначение размерных групп наносят в следующих местах:

гильзы – на верхнем торце гильзы(выбиты буквы),

юбки поршня – на его днище(выбиты буквы),

бобышки поршня – на наружней поверхности бобышки (краской или выбиты буквы),

поршневые пальцы – на внутренней поверхности или на торце пальца (краской или выбиты буквы)

В качестве примера в таблице 10.3 представлены размерные группы гильз и поршней двигателя Д – 240 нормального размера.

Таблица 10.3 - Подбор гильз и поршней двигателя Д-240 по размерным группам

Марка двигателя	Обозначения размерных групп	Диаметр, мм		Зазор в сопряжении, мм
		Гильзы	Юбки поршня	
Д-240	М	$110^{+0,02}$	$110^{-0,14}_{-0,16}$	0,14 – 0,18
	С	$110^{+0,04}_{+0,02}$	$110^{-0,12}_{-0,14}$	0,14 – 0,18
	Б	$110^{+0,06}_{+0,04}$	$110^{-0,10}_{-0,12}$	0,14 – 0,18

У поршней и гильз ремонтного размера буквенное обозначение размерных групп может быть другим. Поршни и пальцы подбирают согласно размеров, указаниях в таблице 10.4.

Таблица 10.4 - Подбор поршней и поршневых пальцев двигателя Д-240 по размерным группам

Марка двигателя	Обозначения размерных групп (цвет окраски)	Диаметр, мм		Натяг в сопряжении, мм
		Отверстия бобышки	Пальца поршня	
Д-240	Черный	$38^{-0,003}_{-0,009}$	$38^{-0,003}$	0,000 – 0,009
	Желтый	$38^{-0,009}_{-0,015}$	$38^{-0,003}_{-0,007}$	0,002 – 0,012

Как отмечалось выше, детали шатунно-поршневой группы подбирают и по массе.

При подборе шатунов и поршней по массе, разница не должна превышать для двигателя Д-240 соответственно 10 и 12 г. и поршней с шатунами в сборе – 22 г. Масса поршня указана на днище, а масса шатуна на боковой поверхности крышки (см. рис. 10.2 и рис. 10.6). Из выбитых цифр первая обозначает сотни, а вторая десятки граммов.

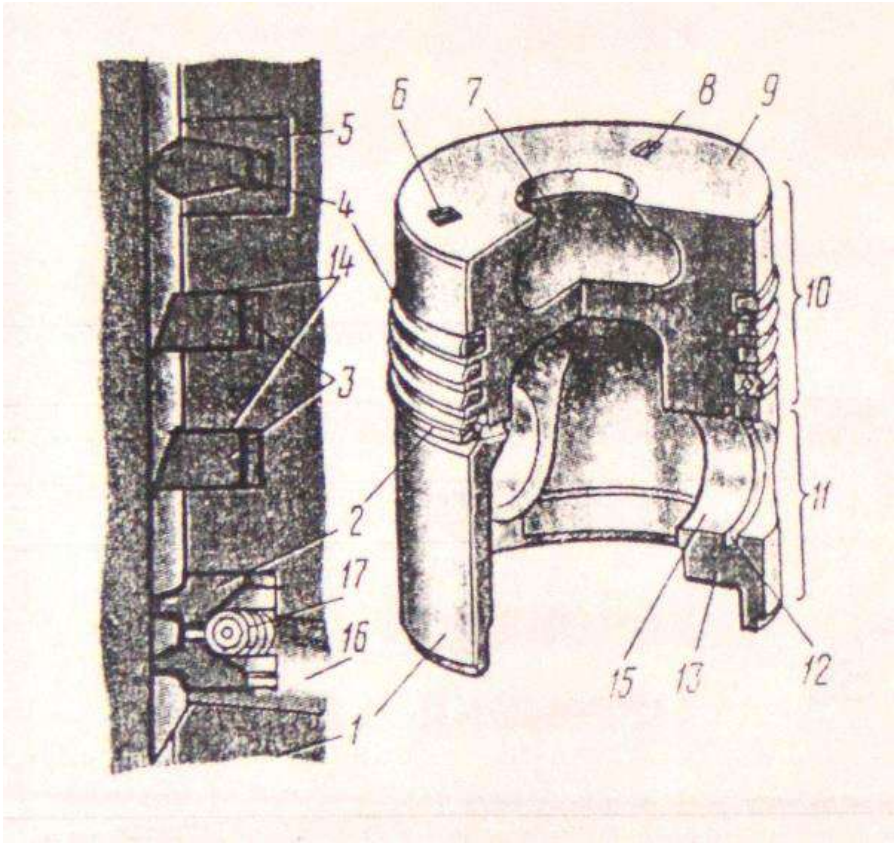


Рисунок 10.8 - Поршень и кольца дизеля Д-245:

1 – поршень; 2 – маслосъемное кольцо; 3 – компрессионные кольца; 4 – верхнее компрессионное кольцо; 5 – чугунная вставка из нирезиста; 6 – метка, обозначающая размерную группу поршня; 7 - камера сгорания; 8 – метка, обозначающая размерную группу поршня по массе; 9 – днище поршня; 10 – уплотняющая часть поршня (головка); 11 – направляющая часть поршня (юбка); 12 – канавка под стопорное кольцо; 13 – бобышка поршня; 14 – обозначение «верх» на втором и третьем компрессионном кольцах; 15 – отверстие для поршневого пальца; 16 – радиальное (дренажное) отверстие; 17 – спиральный расширитель

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЛАБОРАТО**РНОЙ РАБОТЫ.**

Замена втулки верхней головки шатуна и ее расточка.

Выпрессовать выбракованную втулку верхней головки шатуна. Замерить индикаторным нутрометром диаметр верхней головки шатуна и сравнить с допустимым размером по техническим условиям (см. табл. 10.5).

Таблица 10.5 - Монтажные размеры сопряжений кривошипно-шатунного механизма двигателя Д-240

Марка двигателя	Сопрягаемые детали	Размер по чертежу, мм	Натяг (-), зазор (+), мм	
			По чертежу	Допустимый в эксплуатации
Д-240	Шатун	$42^{+0,027}$	–0.109...	-
	Втулка верхней головки шатуна	$42^{+0,109}_{+0,070}$	–0.043	-
	Втулка верхней головки шатуна (внутр. диаметр)	$38^{+0,031}_{+0,019}$	+0.025...	+0,055
	Палец поршневой (наруж. диаметр)	$38^{-0,007}$	+0.034	

Вылет резца для расточки втулки шатуна Н определяют по формуле:

$$H = \frac{d_{пп} + d_р}{2} + m \text{, мм}$$

где $d_{пп}$ – диаметр поршневого пальца, мм;

$d_р$ – диаметр резцедержателя, мм

m – зазор между пальцем и втулкой, мм (см. табл. 10.5, графу 4).

Вылет резца контролируют специальными индикаторным приспособлением или рычажным микрометром. Рекомендуют растачивать втулку шатунав два прохода. На чистовое точение оставляют припуск 0,1. . .0,15мм.Однако на практике как правило, втулку растачивают в один проход.

Режимы резания: глубина резания 0,1...0,2мм; скорость резания 80...90 м/мин; продольная подача 0,04 мм/об; материал твердого сплава резцаВК-4.

Проверить правильность расточки втулки, индикаторным нутромеромне сбиваяустановки шатуна. Овальность и конусность втулки после расточки не должны превышать 0,006мм.

При правильнойрасточке, т.е. когда зазор в сопряжениисоответствует техническим условиям, палец во втулке долженперемещаться от легких ударов, ладони руки. Если палец туго перемещается вдоль оси втулки, то следует внутреннюю поверхность втулки обработать специальной раскаткой.

Сборка шатуна с поршнем.

Нагреть поршень в электронагревательной установке до температуры

85...95 °С.

Смазать палец и втулку шатуна дизельным маслом.

Уложить поршень на деревянную подставку ис помощью направляющей оправки легким постукиванием деревянного молотка по поршневому пальцу соединить поршень с шатуном. Следует обратить внимание на правильную ориентацию поршня относительно шатуна.

Вставить стопорные кольца в бобышки поршня.

Установка на поршень поршневых колец.

Поршневые кольца перед установкой на поршень проверяют на упругость, величину зазора в стыке (замке), величину зазора между кольцом и канавкой в поршнепо высотеи на прилегание к стенке цилиндра.

Проверка колец на упругость.

Для определения упругих свойств поршневого кольца контролируют величину тангенциальной силы или диаметральной силы , необходимых для нагружения кольца до теплового зазора в стыке.

Величину тангенциальной силы измеряют на машине для испытания пружин МИП-10-1. Диаметральную силу контролируют на различных весовых приспособлениях.

Диаметральную силу упругости поршневых колец двигателя Д-240 студенты должны определить на приспособлении КИ-0607 и сравнить с допустимыми по техническим условиям[3], [6].

Проверить зазор в замке.

Для этого необходимо вставить кольцо в новую гильзу, выровнять ее поршнем и замерить зазор щупом.

Данные замер сравнить с техническими условиями, представленными в табл. 10.6.

Таблица 10.6. Зазоры в сопряжениях поршневых колец двигателя Д-240

Марка двигателя	Номер кольца	Зазор в замке, мм		Зазор в сопряжении с канавками поршня по высоте, мм	
		По чертежу	Допустимый в эксплуатации	По чертежу	Допустимый в эксплуатации
Д-240	Компрессионные 1,2	0,40 – 0,78	Допускается до 1,2 мм	0,080-0,125	0,22
	3			0,050-0,095	0,18
	Маслосъемные	0,40 – 0,78		0,150-0,215	0,30

Проверить зазор между кольцом и канавкой поршня по высоте.

Для этого сначала кольцо наружной стороной прокатывают по канавке, а затем замеряют зазор щупом и сравнивают с техническими условиями (см. таблицу 6). Допускается подгонка зазоров в замке личным напильником, а по высоте шлифовкой на плите, покрытой наждачной бумагой.

С помощью приспособления надеть кольца на поршень.

Заводы-изготовители в каждый комплект поршневых колец вкладывают инструкцию и схему их установки. У двигателей Д-240 компрессионные кольца устанавливают по схеме, показанной на рис. 10.6. Цилиндрическая поверхность верхнего компрессионного кольца покрыта хромом. Два последующих компрессионных кольца имеют незаметный на глаз конус; на их торцовой поверхности нанесена метка "верх", которая должна быть обращена к днищу поршня. На двигателе Д-240 устанавливают чугунные маслосъемные кольца скребкового типа или стальные. Поршневые кольца должны располагаться в канавках свободно. Замки соседних колец должны быть разведены в противоположные стороны.

5. Задание студенту

1. Форма отчёта о выполнении лабораторной работы «Ремонт и сборка деталей шатунно-поршневой группы».

1.1. Выписать дефекты деталей шатунно-поршневой группы.

1.2. Подбор деталей цилиндро-поршневой группы методом их микрометража.

Таблица 10.7 Размеры группы и размеры деталей

Контролируемые параметры сопряжений	Обозначение размерной группы	Размер детали по ТУ, мм	Зазор (натяг) в сопряжении, мм	
			по ТУ	Факт.
Гильза цилиндра Юбка поршня				
Бабышка поршня Поршневой палец				
Конавка поршня Поршневое кольцо				
Зазор в стыке поршневых колец				

1.3. Замена втулки верхней головки шатуна и её расточка.

1.3.1. Определить наружный диаметр втулки и диаметр отверстия верхней головки шатуна. Определить натяг в сопряжении. Результаты расчёта записать в табл. 10.8.

Таблица 10.8 - Размеры сопряжённых деталей, мм

Контрольный параметр, мм	По ТУ	Фактический
Диаметр отверстия верхней головки шатуна		
Наружний диаметр втулки		
Натяг в сопряжении		

1.3.2. Рассчитать вылет резца для расточки втулки.

1.3.3. Результаты расточки занести в табл. 10.9.

Таблица 10.9.

Контрольный параметр, мм	По ТУ	Фактический
Внутренний диаметр втулки		
Диаметр поршневого кольца		
Зазор в сопряжении		

1.4. По заданию преподавателя отчёте описать технологию ремонта ряда изношенных поверхностей деталей шатунно-поршневой группы.

Контрольные вопросы:

1. Порядок подбора деталей шатунно-поршневой группы и гильз двигателей по размерным группам. Для какой цели введены размерные группы?
2. Как маркируют размерные группы деталей шатунно-поршневой группы и где они проставляются?
3. Как определить вылет резца для расточки втулки и как его установить?
4. Порядок центровки втулки верхней головки шатуна относительно резцодержателя на станке УРБ-ВП.
5. Технология сборки шатуна с поршнемустановки и снятия поршневых колец.
6. С какой целью нагревают поршень при сборке с пальцем и шатуном?
7. Какие конструкторские факторы определяют строго определенную ориентацию шатуна и поршня при их сборке?
8. Какое оборудование и приспособления используются при ремонте и сборке шатунно-поршневой группы двигателя?

Лабораторная работа № 8.

Ремонт деталей механизма газораспределения ДВС

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о технологическом процессе ремонта деталей механизма газораспределения ДВС.

1.2. Изучить технологический процесс ремонта деталей механизма газораспределения ДВС.

1.3. Приобрести навыки выполнения отдельных операций ремонта деталей механизма газораспределения ДВС.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить технологический процесс ремонта деталей механизма газораспределения ДВС (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

4.1. Общий порядок подготовки к работе.

1.1. До начала лабораторного занятия студент должен изучить технологию ремонта и восстановления деталей механизма газораспределения.

1.2. Дать письменные ответы на вопросы: 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7.

1.3. Собеседование преподавателя со студентами с целью допуска их к выполнению работы.

1.4. Под руководством учебного мастера или преподавателя ознакомиться с рабочим местом, оборудованием и приборами. Изучить безопасные приёмы труда на рабочем месте.

1.5. Выполнить практическую работу по заданию мастера или преподавателя.

1.6. Оформить работу.

1.7. Защита выполненной работы у преподавателя.

4.2. Оборудование и приборы.

2.1. Плоскошлифовальный станок 3Г71
2.2. Штангенглубиномер ШГ-130, ГОСТ 162-80
2.3. Линейка поверочная ШП (1000 х 60 х 12), ГОСТ 8026-75
2.4. Микрометры МК-25, МК-50, ГОСТ 6507-78
2.5. Индикаторные нутромеры (пределы измерений 6-10 мм и 10-18 мм)
2.6. Набор щупов № 2, ГОСТ 882-75

4.3. Задание студенту.

3.1. Изучить основные неисправности и способы восстановления деталей механизма газораспределения (головки цилиндров, распределительных валов, клапанов, коромысел клапанов, штанг и толкателей, шестерен механизма газораспределения, валиков коромысел и стоек валиков).

3.2. Описать способы устранения следующих дефектов головки блока:

- *коробление более допустимого значения 0,15* _____
_____
_____

- *трещины клапанных гнезд* _____
_____
_____

- *трещины перемычек между седлами клапанов* _____
_____
_____

- *трещины стенок водяной рубашки* _____
_____
_____

- *износ фаски клапанных гнезд* _____
_____
_____

3.3. Способы устранения дефектов клапанов:

- *износ стержня клапана* _____
_____
_____

- *износ фаски клапана* _____
_____
_____

- *износ торца клапана* _____
_____
_____

3.4. Способы ремонта направляющих втулок клапанов _____
_____
_____

3.5. Способы восстановления толкателей:

- *износ стержня* _____
_____
_____

- *износ торца (тарелки) толкателя* _____
_____
_____

3.6. Способы устранения дефектов распределительных валов:

- повреждения центровых фасок _____
_____

- *изогнутость более 0,05 мм* _____
_____

- *износ опорных шеек* _____
_____

- *износ кулачков* _____
_____

- *износ шпоночного паза* _____
_____

3.7. Описать технологию восстановления годности пружин _____
_____
_____

4.4. Освоить приёмы дефектации механизма газораспределения. Результаты занести в таблицу и сделать заключение о годности деталей.

4.5. Освоить технику фрезерования клапанных гнёзд.

4.6. Освоить технику притирки клапанов и произвести проверку качества прилегания фаски клапана к гнезду.

4.7. Начертить эскиз профиля клапанного гнезда и тарелки клапана после его притирки к гнезду.

4.8. Оформить работу и защитить её у преподавателя.

Таблица 11.1

Наименование параметров	Данные ТУ	Результаты измерения	Заключение
1. Головка блока двигателя Д-240			
Неплоскостность привалочной поверхности головки цилиндров, мм	не более 0,1 мм		
Высота головки цилиндров, мм	108-0,2		допустимая 106 мм
Величина утопления тарелки клапана относительно плоскости головки цилиндров, мм	0,45-0,75		допустимая не более 2 мм
Биение фаски седла относительно оси втулки клапана, мм	не более 0,05		
Ширина фаски клапанного седла, мм	2,0-2,2		
2. Распределительный вал двигателя Д-240			
Биение средних опорных шеек относительно крайних шеек, мм	не более 0,05		
Высота кулачков, мм	40,45±0,05		
Диаметр опорных шеек, мм	$50^{-0,050}_{-0,085}$		
			допустимый размер в эксплуатации не менее 49,86
3. Клапан выпускной.			
Диаметр стержня, мм	$11^{-0,070}_{-0,090}$		
Биение фаски тарелки клапана относительно оси стержня, мм	не более 0,03		
Биение стержня, мм			
Высота цилиндрического пояска тарелки клапана, мм	-		
4. Пружина клапана наружная			
Длина пружины в свободном состоянии, мм	не менее 0,5 мм		
Упругость пружины, сжатой до 39 мм, Н	147±12		

Контрольные вопросы:

1. Кратко опишите основные дефекты головки блока.

2. Кратко опишите способы устранения такого дефекта головки блока, как коробление.

3. Кратко опишите способы устранения такого дефекта головки блока, как трещины клапанных гнёзд.

4. Кратко опишите способы устранения такого дефекта головки блока, как трещины перемычек между седлами клапанов.

5. Кратко опишите способы устранения такого дефекта головки блока, как трещины стенок водяной рубашки.

6. Кратко опишите способы устранения такого дефекта головки блока, как износ фасок клапанных гнезд.

7. Перечислите основные дефекты клапанов и способы их устранения.

8. Опишите основные способы ремонта направляющих втулок клапанов.

9. Опишите основные способы восстановления толкателей.

10. Перечислите основные дефекты распредвалов и опишите основные способы их устранения.

Лабораторная работа № 9.

Ремонт узлов системы электрооборудования автомобилей и тракторов

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о технологическом процессе ремонта автотракторного электрооборудования (генераторы, стартеры).

1.2. Изучить технологический процесс ремонта автотракторного электрооборудования (генераторы, стартеры).

1.3. Приобрести навыки выполнения отдельных операций ремонта автотракторного электрооборудования (генераторы, стартеры).

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить технологический процесс ремонта автотракторного электрооборудования (генераторы, стартеры) (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

На современных автомобилях применяются трехфазные генераторы переменного тока повышенной мощности с вращающейся обмоткой возбуждения.

Применение генераторов переменного тока на автомобилях представлены в приложении I.

Генераторы переменного тока более надежны, чем генераторы постоянного тока, у которых слабым звеном является щеточно-коллекторный узел. Генераторы имеют закрытые подшипники , которые не требуют ухода.

Ввиду отсутствия щеточно-коллекторного узла срок службы бесконтактных генераторов зависит от долговечности подшипников и от прочности изоляции и составляет 5-6 тысяч мото-часов.

У генераторов с контактными кольцами щеточный узел изнашивается незначительно, так как через контактные кольца и щетки проходит небольшой ток . Эти генераторы сохраняют работоспособность до 250 тыс.км пробега автомобиля, что в 2,5 раза превышает срок службы генераторов постоянного тока.

Существенным достоинством генераторов переменного тока является развитие ими номинальной мощности при меньшей частоте вращения ротора, чем у генераторов постоянного тока.

Кроме того большинство новых трехфазных генераторов не нуждаются в ограничителях тока. Самоограничение тока достигается за счет увеличения индуктивного сопротивления обмоток статора с определенным количеством витков. Причем предельное значение тока достигается на большой частоте вращения ротора, при которой генератор хорошо охлаждается за счет увеличения подачи воздуха вентилятором. Поэтому работа с максимальным током допустима, так как не вызывает перегрева.

Во всех генераторах переменного тока отсутствует реле обратного тока , его функции выполняют выпрямительные диоды

Наиболее распространенным генератором с вращающейся обмоткой возбуждения является генератор Г-250 и его модификации, с небольшими конструктивными изменениями. Устанавливаются они на автомобилях различных марок ГАЗ, ЗИЛ, УАЗ.

Генератор переменного тока Г-250-И1

Генератор устанавливается на автомобиле ЗИЛ-130 и представляет собой 12-ти полюсную синхронную электрическую машину с электромагнитным возбуждением и с кремневым выпрямительным блоком ВБГ-1 защитного исполнения с приточной вентиляцией.

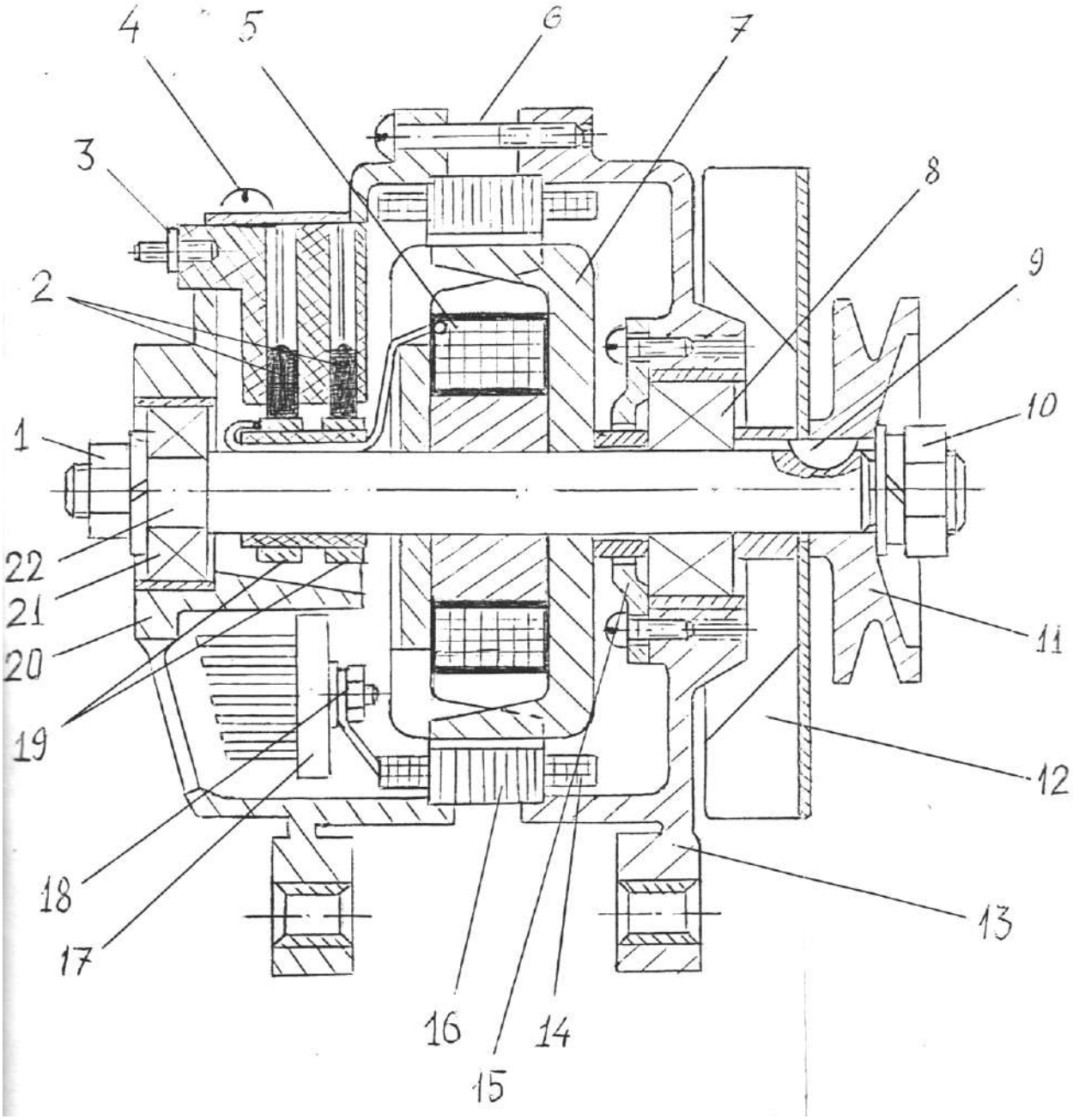
Работает генератор совместно с бесконтактным реле РР350-А Генератор предназначен для работы в однопроводной схеме электрооборудования автомобиля с.присоединением отрицательного вывода на корпус (массу).

Ошибочное включение на корпус положительного вывода аккумуляторной батареи приводит в непригодность диоды генератора и регулятора напряжения.

На генераторе имеется вывод «+» для соединения с аккумуляторной батареей и с нагрузкой; вывод "Ш" для соединения с выводом "Ш" регулятора напряжения; вывод «- « для соединения с корпусом регулятора, напряжения и шасси автомобиля.

Разборка генератора Г-250 (рисунок 12.1)

1. Установить генератор в приспособление для разборки генераторов*
2. Вывернуть три винта и снять крышку-заглушку подшипника.
3. Вывернуть два специальных винта 4 крепления щеткодержателя и сиять щеткодержатель со щетками 2.



1 – гайка; 2 - щётки; 3 – клемма «Ш»; 4 – винт; 5 – обмотка возбуждения; 6 – стяжной болт; 7 – полюсная пластина; 8 – подшипник; 9 – шпонка; 10 – гайка; 11 – шкив; 12 – вентилятор; 13 – крышка правая; 14 – обмотка статора; 15 – крышка подшипника; 16 – статор; 17 – выпрямительный блок ВБГ-1; 18 – гайка; 19 – контактные кольца; 20 – крышка левая; 21 – подшипник; 22 – вал ротора.

Рисунок 12.1 – Устройство генератора Г-250.

4. Удерживая шкив 11 специальным зажимом отвернуть гайку I крепления подшипника вала ротора со стороны контактных колец и снять пружинную и плоскую шайбы.
5. Отвернуть гайку 10 крепления шкива с вала ротора. Спрессовать с вала ротора шкив II с вентилятором 12, снять распорную втулку и вынуть шпонку 9 .
6. Вывернуть четыре стяжные шпильки-болта 6 .
7. Спрессовать с вала ротора крышку 13 со стороны привода вместе с подшипником 13 при помощи съемника, используя отверстия 6 мм в торце крышки. Отвернуть четыре винта, снять держатель подшипника 15 и выпрессовать подшипник 8 из гнезда крышки.
8. Выпрессовать вал ротора 22 при помощи съемника из крышки 22 со стороны контактных колец.
9. Спрессовать с ротора подшипник 20 и снять опорную гайку.
10. Отвернуть три гайки 18 и отсоединить выводы обмотки статора от вывода на выпрямительном блоке 17 .
11. Снять крышку 20.
12. Отвернуть два болта крепления выпрямительного блока 17 к крышке 20 и снять блок.

Дефекты деталей генераторов

После разборки генератора его детали подвергают дефектовке. Технические требования на дефектацию деталей генераторов типа Г-250 представлены в приложении 3.

Капитальный ремонт генераторов производят на специализированных ремонтных предприятиях, используя при дефектовке деталей специальный жесткий измерительный инструмент, универсальные средства измерения и измерительные приборы.

Все дефекты генераторов можно условно разделить на два вида: механические дефекты и дефекты электрических цепей.

Механические дефекты:

- трещины на крышках и обломы фланцев;
- повреждение или срыв резьбы на якоре и крышках корпуса генератора;
- износ отверстий под подшипники в крышках;
- износ посадочных поверхностей под подшипники на"валу" ротора;
- износ шпоночного паза вала ротора;
- износ шарикоподшипников
- износ щеток и потеря упругости пружин;
- износ контактных колец;

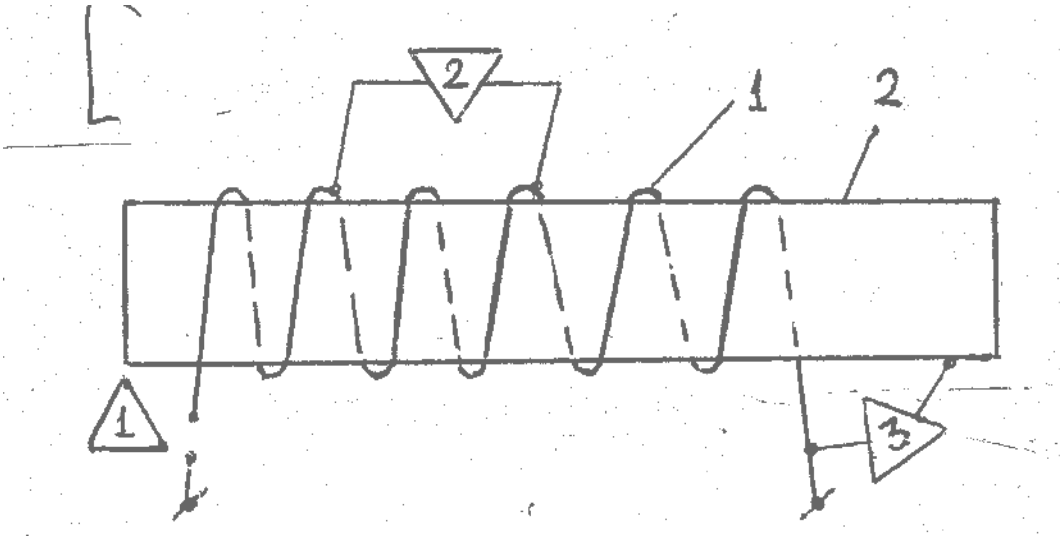
- износ ручья шкива

Способы устранения дефектов генераторов

Трещины на крышках корпуса генератора следует заваривать сваркой всреде аргона. При текущем ремонте генераторов в условиях ремонтных мастерских крышки с трещинами и обломами фланцев выбраковывают.

Изношенные отверстия под подшипники в крышках генераторов можно восстанавливать гальваническим способом (электронатиранием цинка) или заменой стальной вставки (втулки). В условиях ремонтных мастерских допускается восстанавливать посадку шарикоподшипника в крышка с использованием паст на основе эпоксидной смолы .

Посадочные поверхности под подшипники на залу ротора восстанавливают осталиванием с последующим шлифованием, газопорошковым напылением металла или постановкой втулок на предварительно проточенную поверхность.



I- обмотка ; 2- корпус – «масса» ;

- Обрыв обмотки возбуждения и обмотки статора , дефект 1
- Межвинтовое замыкание обмоток , дефект 2.
- Замыкание обмотки на массу, дефект 3.
- Пробой диодов

Рисунок 12.2 - Дефекты электрических цепей.

Изношенный шпоночный паз на валу ротора заваривают и нарезают новый паз.

Шарикоподшипники генераторов дефектуют согласно технических условий. Подшипники, имеющие увеличенный радиальный износ или усталостное изнашивание (выкрашивание) поверхности шариков или беговой дорожки, выбраковывают.

Графитовые щетки и щеточные пружины проверяют на их соответствие требованиям ТУ. Технические требования представлены в таблице. 12.1 .

Таблица 12.1 - Технические требования на ремонт щеточного механизма, генераторов переменного тока

Показатели	Марки генераторов		
	Г250	Г285	Г221
Усилие прижатия щеток к контактным кольцам Н	1,8-2,6	2,0-2,5	4,0-4,4
Допустимая высота щеток, мм (не менее)	8	7	10

При износе контактных колец на глубину свыше 0,25 мм их протачивают на токарном станке. Допустимое биение колец относительно оси ротора не более 0,03 мм.

Чугунные шкивы с изношенными ручьями выбраковывают. Технические требования на дефектацию деталей генератора Г~2;0 представлены в приложении 3

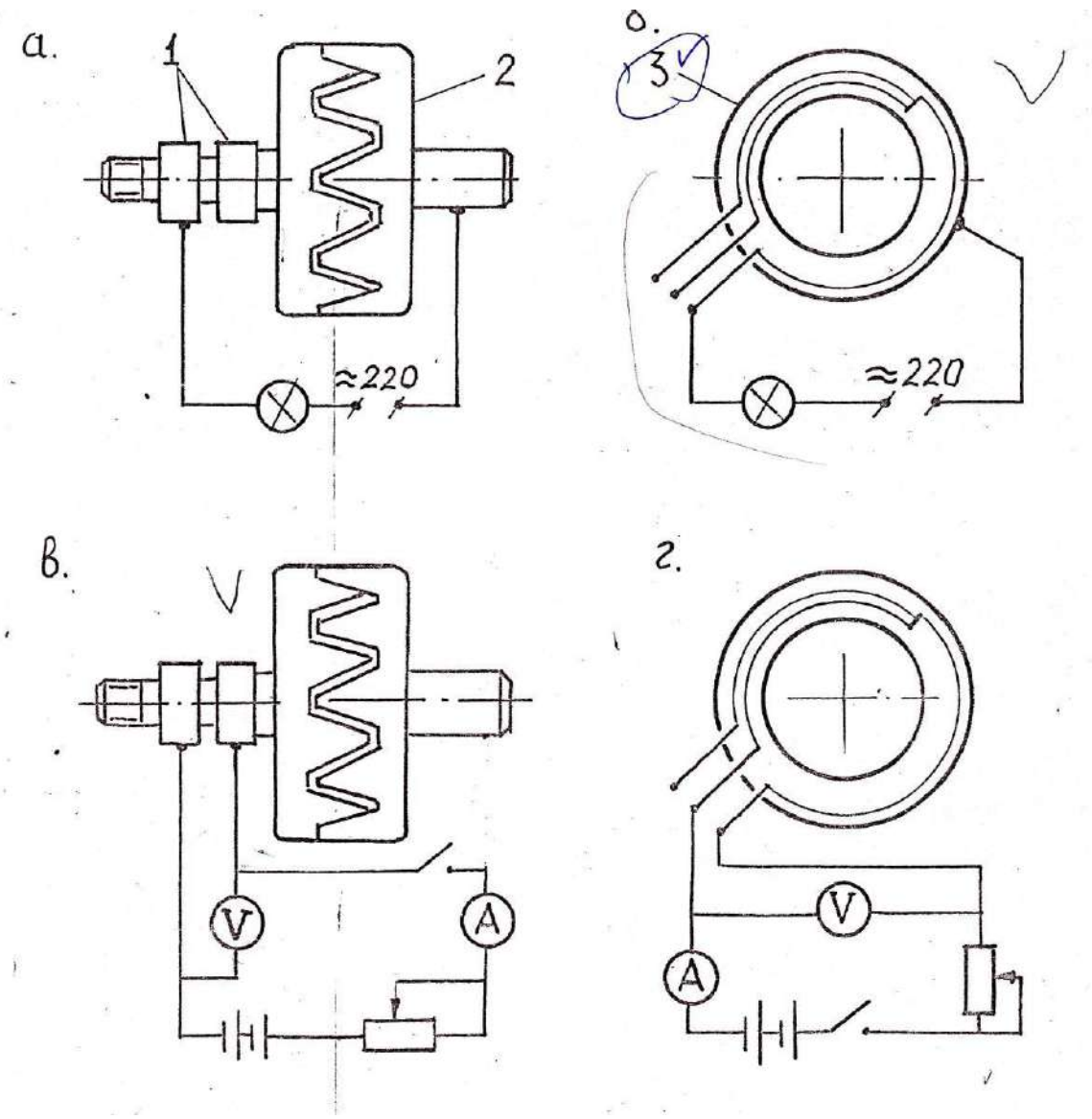
При выявлении дефектов электрический цепей с использованием электрических схем с напряжением 220В следует особое внимание обратить на соблюдение правил техники безопасности.

На рис. 12.3 а, б показаны схемы проверки замыкания обмоток, ротора и статора на "массу". При отсутствии замыкания лампа не загорается .Внимание! При выполнении данной операции необходимо подложить под ротор и статор резиновый коврик,

Межвитковое замыкание обмоток статора и ротора выявляют измерением их сопротивления. При наличии межвиткового замыкания сопротивление обмотки уменьшается. Измеряют сопротивление обмоток с помощью омметра или по схеме, показанной на рис. 12.3 в, г.

В последнем случае сопротивление определяют по формуле: $R = \frac{U}{I}$

где U - показание вольтметра, В; I- показание амперметра, А.



а - проверка замыкания обмотки возбуждения на массу ;
б - проверка замыкания обмотки статора на массу ;
в - проверка сопротивления обмотки возбуждения ;
г - проверка сопротивления обмотки статора .
1 - контактные кольца ;
2 - шестиполюсные пластины в сборе с обмоткой возбуждения ;
3 - статор в сборе с обмоткой.

Рисунок 12.3 - Схемы проверки состояния обмоток ротора и статора.

Полученные результаты сравнивают данными завода-изготовителя или данными технических условий .Сопротивление фазовых обмоток статора (между двумя любыми выводами (рисунок 12.3г) должны быть равны. При об-

наружении межвиткового замыкания обмотки заменяют. Наличие обрыва в обмотках определяют с помощью контрольной лампы .При проверке обмотки ротора щупы контрольной лампы соединяют с контактными кольцами. При отсутствии обрыва лампа загорается.

При выявлении целостности фазовых обмоток статора один щуп контрольной лампы соединяют с началом фаз (общая спайка) ,а второй щуп соединяют поочередно с выводами каждой фазы. Загорание ламп указывает на отсутствие обрывов в катушках. При обнаружении обрыва в одной фазе, её следует заменить. Частым дефектом генераторов переменного тока. Г-250 является неисправность выпрямительного блока типа ВБГ-1.

Блок рекомендуется проверять при отсоединенной обмотке возбуждения но схеме , показанной на рисунке 12.4 а, б.По схеме 12.4 а проверяют диоды припаянные к шине "+" в следующей последовательности:

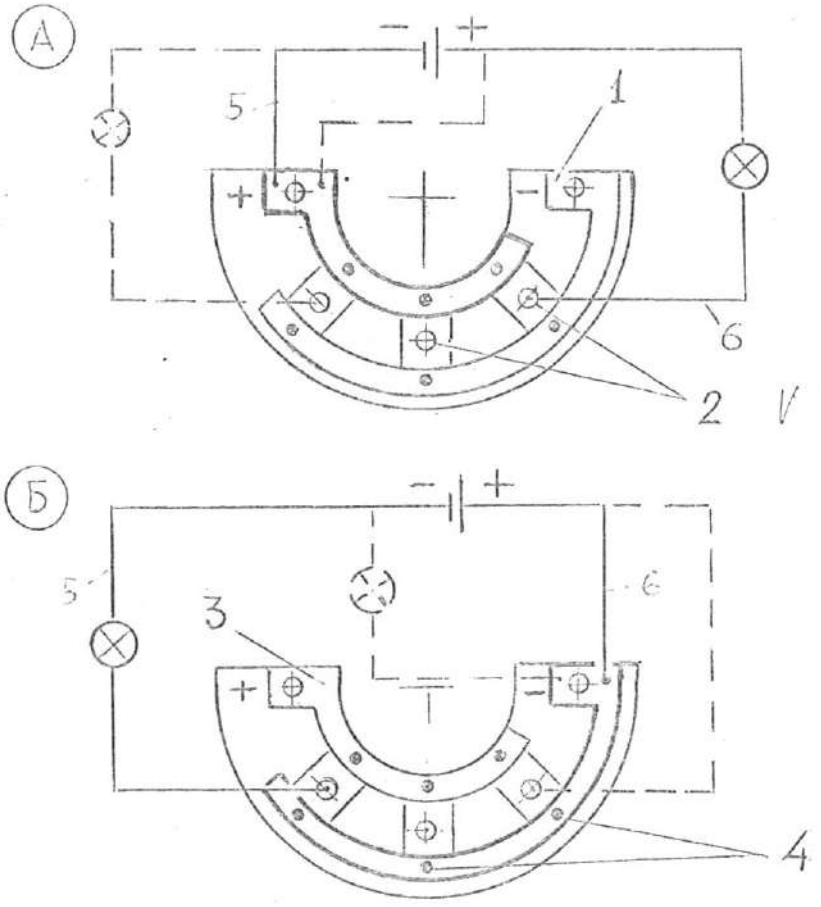


Схема А – для проверки диодов, припаянных к шине «+».
Схема Б – для проверки диодов, припаянных к шине «-«.
1- шина «-»; 2 – вывод общий; 3 – шина «+»; 4 – выводы диодов, припаянных к шине «-»; 5,6 – соединительные провода.

Рисунок 12.4 – Схемы проверки состояния диодов выпрямительного блока ВБГ – 1 генератора Г-250.

- подсоединить провод 5 к шине "+" выпрямителя ,а проводом 6 поочередно касаются выводов 2. При исправных диодах лампочка А12-I должна гореть.

- подсоединить провод 6 к шине «+» выпрямителя , а выводом провода: поочередно касаются выводов 2. При исправных диодах лампочка не должна, гореть. Горение лампы указывает на короткое замыкание в проверяемом диоде. По схеме 4 *6* проверяют диоды ,припаянные к шине "-" в следующей последовательности:

- Подсоединяют провод 6 к шине "-" выпрямителя, а выводом *5* поочередно касаются выводов 2. При исправных диодах лампа AI2-1 горит.

Присоединяют провод 5 к шине "-" выпрямителя, а выводом 6 поочередно касаются выводов 2. При исправных диодах лампа не горит.

Сборка генератора.

Сборка генератора производится в обратной последовательности его разборки.

Испытание генератора

Качество ремонта генераторов после их оборки проверяют на специальных стендах модели 532М или КК-968.

Крепится генератор на стендах на специальном кронштейне и приводится во вращение от электродвигателя через вариатор. Стенды имеют тахометр (Т), вольтметр (V) и амперметр (А). Для обеспечения загрузки генератора при его испытании стенд имеет реостат (R)

Схема расположения контрольных приборов стенда КИ-968 показана на рисунке 12.6. Генераторы после ремонта испытывают в двух режимах: на холостом ходу (без нагрузки) и под нагрузкой. При испытании генератор соединяют с приводом стенда и закрепляют. Подсоединяют провода по схеме «Ш», «+», «-« соответственно на панели стенда и генератора.

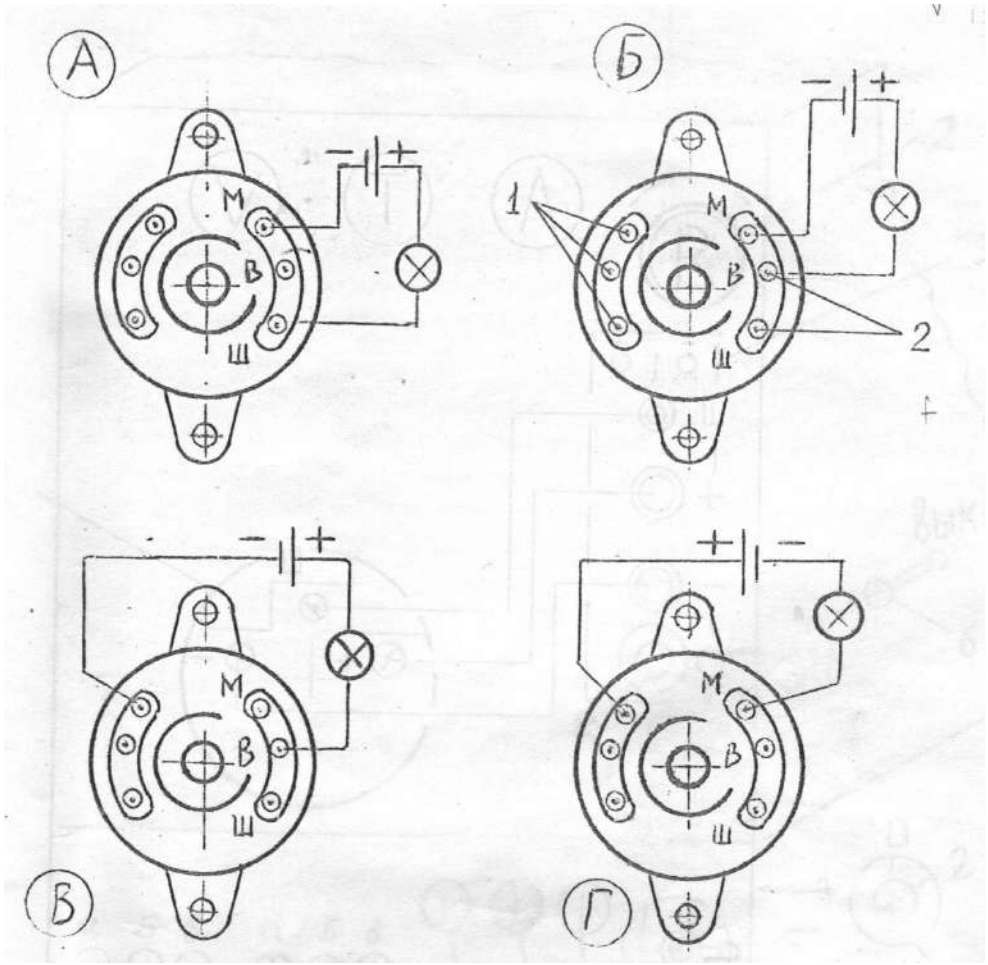
Испытание генератора на холостом ходу

На данной операции определяют минимальную частоту вращения ротора генератора , при которой генератор дает напряжение 12,0-12,5В. Частоту вращения ротора измеряют с помощью вариатора стенда ручкой 7. Переключатель 4 должен стоять в положении " 0 " (без нагрузки).

Если частота вращения генератора при показании вольтметра 12,0 - I2,5 В выше допустимого значения (см. приложение I), то это говорит о наличии неисправностей генератора (заедание подшипников; наличие дефекте в обмотках ; вредный контакт ротора со статором и др.)

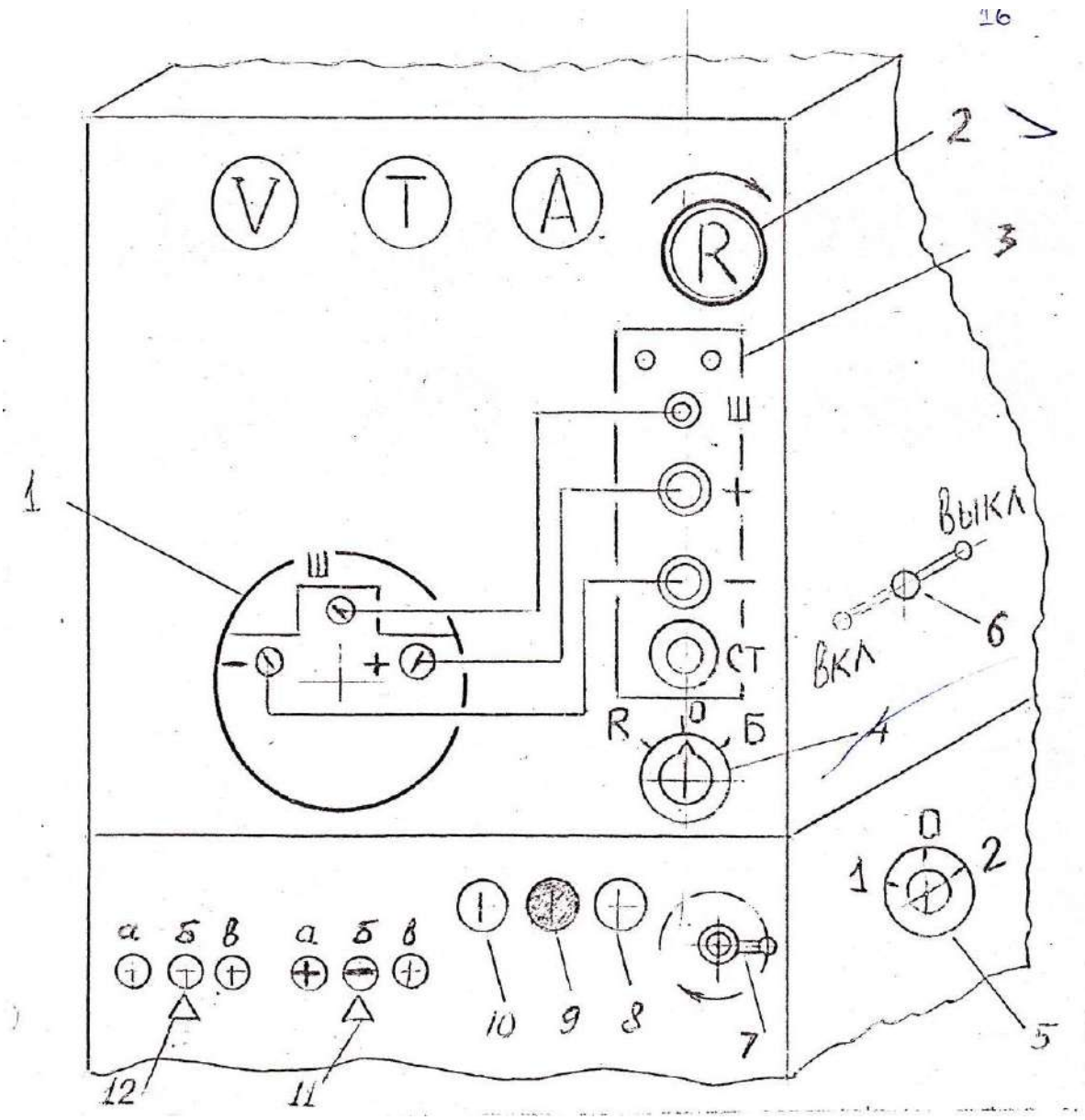
Испытание генератора под нагрузкой.

При испытании генератора под нагрузкой определяют, при какой минимальной частоте вращения генератор обеспечивает указанную в технических условиях нагрузку и напряжение I2В или 24В. Для этого ручку 4 стенда включают в положение "R". Постепенно увеличивая обороты генератора ручкой вариатора 7 и загружая генератор реостатом 2, устанавливают ток нагрузки (28А для генераторов Г-25С и напряжение 12В). Если частота вращения генератора равна или меньше частоты, указанной в технических условиях, то генератор исправен.



1 – вентили обратной полярности;
2 – вентили прямой полярности.
Схема А – для проверки замыкания обмотки возбуждения на массу;
Схемы Б, В, Г, - для проверки состояния диодов прямой и обратной полярности.

Рисунок 12.5 – Схемы проверки состояния обмотки возбуждения и диодов выпрямителя генератора Г-306.



1 - генератор; 2 - реостат; 3 - панель стенда; 4 - переключатель (R- нагрузка, 0 - без нагрузки; Б - включение батареи); 5- переключатель частоты вращения электропривода стенда; 6 - редуктор; 7 - вариатор; 11а - полярность массы «+» ; 11 б - полярность массы «-»; 11 в - зарядка аккумулятора; 12 - напряжение батареи: а- 6В; б – 12В; в - 24В.

Рисунок 12.6 - Схема подключения генератора Г-250 при испытании на стенде КИ - 968 .

План лабораторного занятия

1. Изучить основные неисправности генераторов, способы и приемы определения основных неисправностей генераторов и приборы для этого.

2. Ознакомиться с приспособлениями, оборудованием и инструментом для ремонта генераторов.

3. После разборки генератора измерить износы рабочих поверхностей ротора, крышек генератора, щеток и их пружин, шкива, статора и дать заключение об их техническом состоянии. Данные микрометража деталей занести в отчет.

4. Выполнить ремонтные операции по устранению механических дефектов генератора.

5. Провести сборку и испытание генератора. Данные занести в отчет.

5. Задание студенту

5.1. Отразить в отчете основные теоретические понятия о ремонте автотракторного электрооборудования (генераторы, стартеры).

5.2. Описать методику ремонта автотракторного электрооборудования (генераторы, стартеры).

5.3 Сделать заключение о результатах ремонта автотракторного электрооборудования (генераторы, стартеры).

Контрольные вопросы:

1. Назвать дефекты деталей генератора.

2. Привести способы устранения дефектов генератора.

3 Кратко описать способы проверки состояния обмоток ротора и статора.

4. Кратко описать способы проверки состояния диодов выпрямительного блока ВБГ-1 генератора Г-250.

5. Кратко описать технологический процесс разборки и сборки генератора.

6. Кратко описать способы проверки состояния обмотки возбуждения и диодов выпрямителя генераторов.

Лабораторная работа № 10.

Ремонт топливной аппаратуры дизельных двигателей

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о технологическом процессе ремонта топливной аппаратуры дизельных двигателей.

1.2. Изучить технологический процесс ремонта топливной аппаратуры дизельных двигателей.

1.3. Приобрести навыки выполнения отдельных операций ремонта топливной аппаратуры дизельных двигателей.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить технологический процесс ремонта топливной аппаратуры дизельных двигателей (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

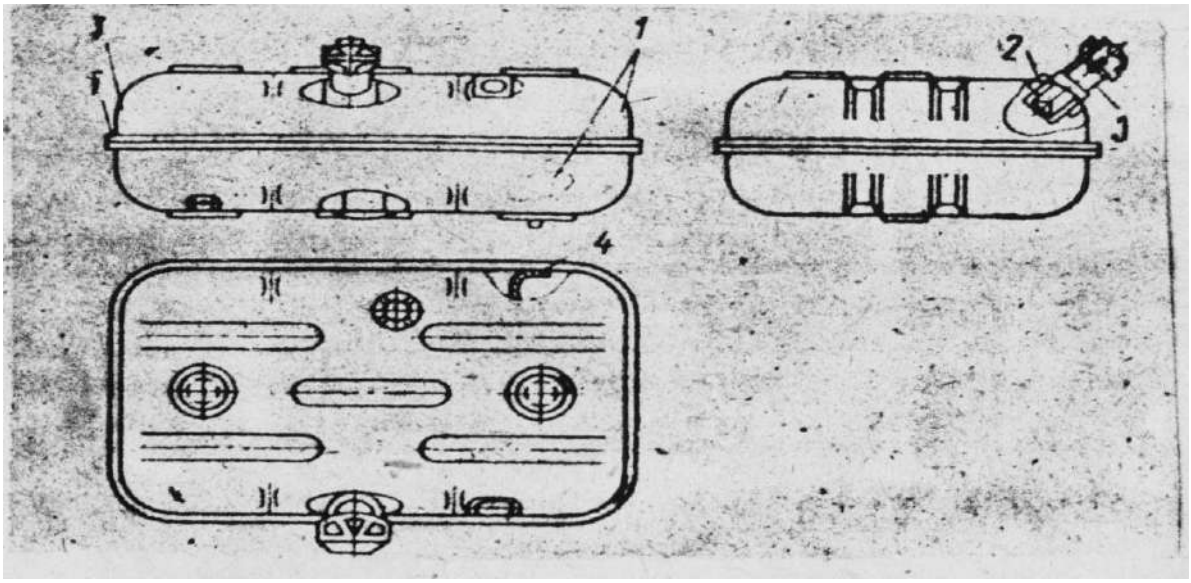
3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

1. Топливные баки и топливопроводы

Топливные баки изготавливают из стали 08. Основные дефекты топливных баков (рис. 13.1): пробоины или сквозная коррозия стенок 1, разрушение сварного шва 2 в месте приварки наливной трубы, вмятины стенок и наливной трубы 3, нарушение соединения перегородок со стенкой 4, нарушение герметичности в местах сварки и пайки 5, повреждение резьбы.

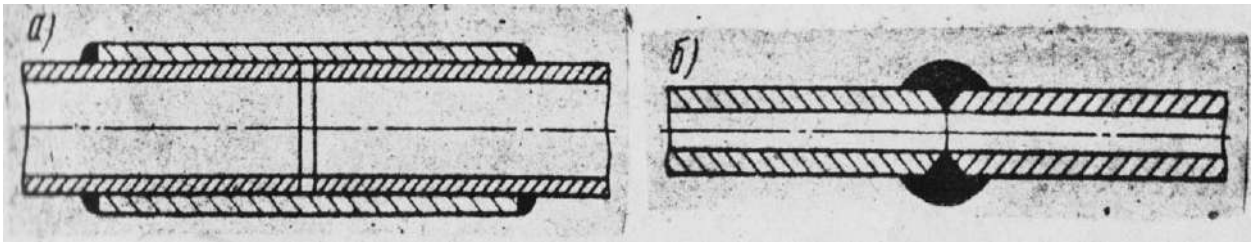


1 - сквозная коррозия стенок; 2 - разрушение сварного шва; 3 - вмятины; 4 - нарушение соединения перегородок со стенкой; 5 - нарушение герметичности в местах: сварки и пайки

Рис. 13.1. Основные дефекты топливного бака

Вмятины на стенках бака устраняют правкой. Нарушение соединения перегородок со стенками устраняют сваркой. Небольшие трещины, а также нарушение герметичности устраняют пайкой низкотемпературным припоем. Значительные трещины устраняют
пайкой высокотемпературным припоем, а в некоторых случаях и постановкой заплат. После ремонта баки испытывают на герметичность.
Топливопроводы низкого давления изготавливают из медных или латунных трубок или из стальных трубок с антикоррозионным покрытием. Трубопроводы высокого давления изготавливают из толстостенных стальных трубок.

Основные дефекты трубопроводов: вмятины на стенках, трещины, переломы или перетирания, повреждения развальцованных концов трубок в месте нахождения ниппеля. Перед ремонтом трубопроводы промывают горячим раствором каустической соды и продувают воздухом. Вмятины на трубопроводах устраняют правкой (прогонкой шарика).
При наличии трещин или переломов, а также перетирания трубок дефектные места вырезают, затем топливопроводы низкого давления Соединяют при помощи соединительных трубок (рис. 13.2), а высокого давления - сваркой встык. Если при этом длина трубопровода уменьшилась, то вставляют дополнительный кусок трубы.



а - низкого давления; б - высокого давления

Рис. 13.2. Способы соединения топливопроводов

Поврежденные развальцованные концы трубопроводов отрезают и вновь развальцовывают при помощи специального приспособления.

После ремонта трубопроводы проверяют на герметичность, а трубопроводы высокого давления и на пропускную способность. Отклонения величин пропускной способности трубопроводов, устанавливаемых на один двигатель, не должны превышать 10%.

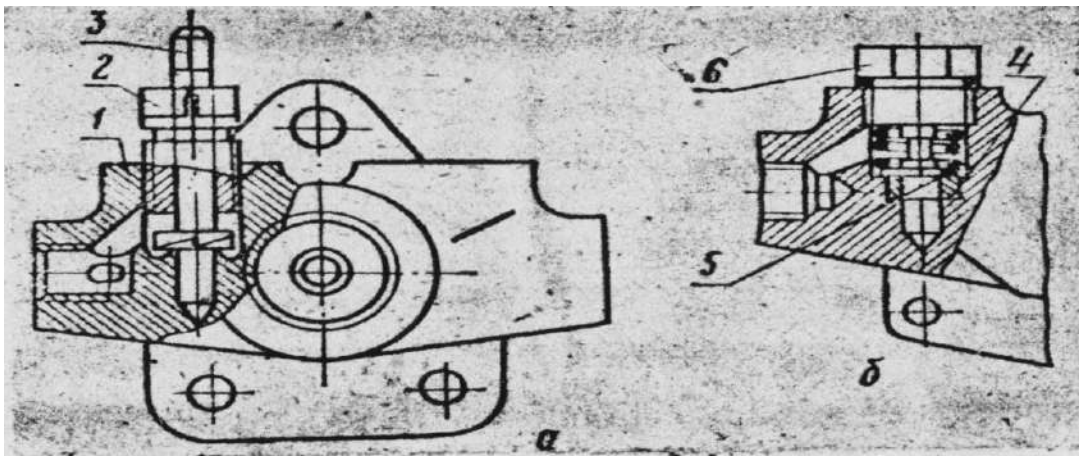
2. Подкачивающий насос

На большинстве тракторных и комбайновых двигателей применяют подкачивающие насосы плунжерного (поршневого) типа. Необходимость в ремонте насоса определяют его предварительным испытанием. Неисправностями, непосредственно вызывающими потерю производительности насоса и развиваемого им давления, являются неплотное прилегание клапанов к своим гнездам и увеличение зазора между поверхностями плунжера и отверстия в корпусе. Кроме того, подкачивающий насос поршневого типа может иметь следующие дефекты: износ деталей узла толкателя, износы корпуса и поршня, износ резьбовых соединений, нарушение посадки шарикового клапана и износ поршня и цилиндра насоса ручной подкачкой топлива, потеря упругости пружин поршня, клапанов и толкателя.

Изношенное отверстие под стержень толкателя в корпусе подкачивающего насоса может быть исправлено развёртыванием до ремонтного размера или прошивкой. В это отверстие вставляют стержень толкателя того же ремонтного размера.

Изношенные отверстия в чугунном корпусе под поршень растачивают до ремонтного размера.

Износ поверхностей гнезд клапанов в корпусе устраняют обработкой специальной фрезой до выведения следов износа (рис. 13.3,а).



а - подторцовыванием; б - постановкой гнезда;
1 - корпус помпы; 2 - направляющая втулка; 3 - фреза; 4 - вставное гнездо;
5 - клапан; 6 - пробка клапана.

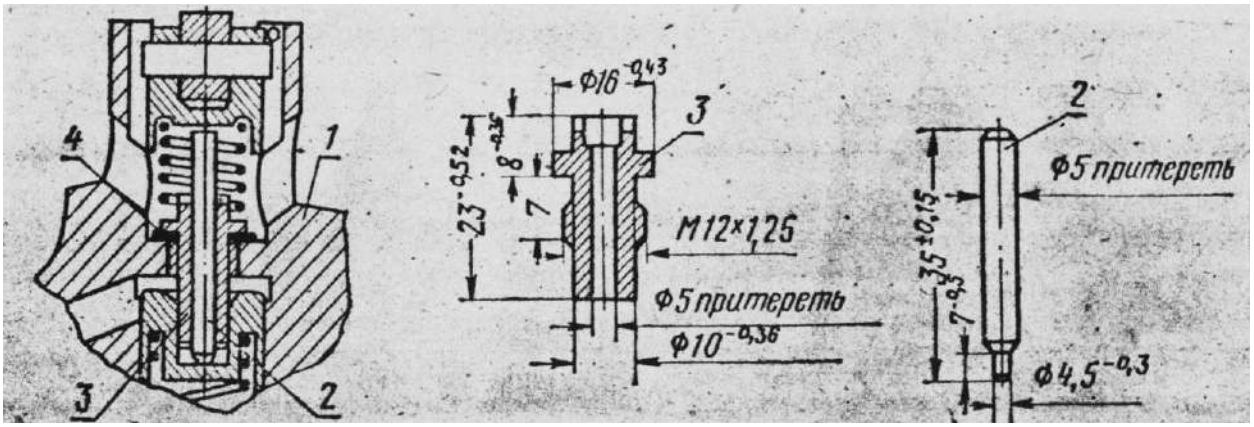
Рис. 13.3. Ремонт гнезда клапана

Когда кольцевой выступ после нескольких подторцовываний будет снят, гнездо восстанавливают рассверливанием корпуса и запрессовкой или постановкой на клее стального гнезда (рис. 13.3,б).

Следы износа торцовой поверхности клапанов устраняют притиркой на чугунной плите или мелкозернистой шлифовальной шкуркой.

Основной дефект поршня: износ наружной поверхности. Его устраняют нанесением хрома до ремонтного размера. Перед хромированием необходимо поршень прошлифовать до выведения следов износа. Можно изготовить новый поршень ремонтного размера из стали 45, закалить его и прошлифовать. Отхромированный или вновь изготовленный поршень и отверстие в корпусе необходимо обработать притирами, а затем, совместно притереть до получения нормального зазора.

Наиболее частой неисправностью у подкачивающих насосов поршневого типа является увеличение зазора, между стержнем толкателя и поверхностью отверстия в корпусе. При зазоре более 0,02 мм отверстие развертывают и изготавливают новый стержень ремонтного размера. Стержень из высокоуглеродистой стали шлифуют с таким расчетом, чтобы он плотно, с усилием, входил в отверстие. После этого стержень и отверстие совместно притирают. У подкачивающих насосов последних выпусков стержень толкателя перемещается в стальной втулке, ввертываемой в корпус насоса (рис. 13.4), что дает возможность заменять изношенные детали. Насосы старой конструкции можно модернизировать, рассверлив отверстие в корпусе сверлом диаметром 10,6 мм, нарезав в отверстии резьбу М12х1,25 и установив (путем ввертывания) стальную втулку.



1 - корпус с резьбой под втулку; 2 - стержень толкателя; 3 - стальная втулка с резьбой; 4 - прокладка.

Рис. 13.4. Корпус подкачивающего насоса со стальной втулкой стержнем толкателя:

Ухудшение работы насосов может быть вызвано и неплотным прилеганием к гнезду шарикового клапана насоса ручной подкачки. Эту неисправность устраняют подторцовыванием (торцовой фрезой или на токарном станке) дна цилиндра до получения острых кромок у отверстия, к которому прилегает шарик. После этого острые кромки обчеканивают простукиванием к гнезду через наставку шарика диаметром 7,94 мм. У подкачивающих насосов последних выпусков шариковый клапан заменен прокладкой из бензостойкой резины, а в проточку на поршне установлено резиновое кольцо. Изношенные детали в этом случае заменяют. У насосов старой конструкции этот узел также может быть модернизирован.

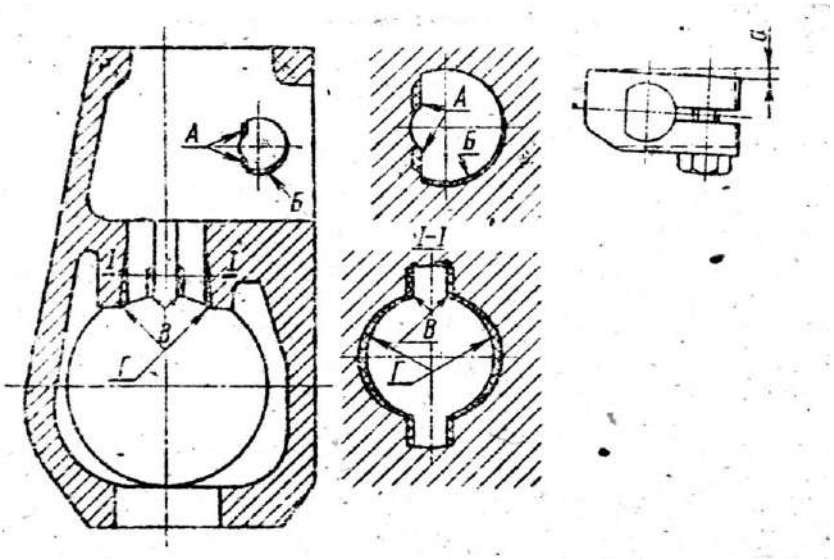
Отремонтированные подкачивающие насосы проверяют на производительность и максимальное давление. Испытание проводится на стендах СДТА-1 или СДТА-2 (КИ-921М), а в специализированных предприятиях - на стендах' КИ-1499. Основные показатели подкачивающих насосов приведены в табл. П1

Шестеренчатые подкачивающие насосы подвергаются ремонту аналогично шестеренчатым масляным насосам.

3. Топливный насос

Детали и корпус насоса могут иметь различные износы и дефекты, в зависимости от которых выбирают тот или иной способ ремонта.

Характерные дефекты корпуса насоса: износ лыски А (рис. 13.5) и цилиндрической поверхности Б отверстия под рейку; износ направляющих пазов В под оси толкателей плунжера и цилиндрической поверхности Г отверстия под толкатель; износ или срыв резьбы под болты и шпильки; трещины; забоины на установочных плоскостях.



А - износ лыски отверстия под рейку; Б - износ цилиндрической поверхности отверстия под рейку; В - износ пазов под оси толкателей; Г - износ отверстия под толкатель плунжера; а - перемещение хомутика при износе лысок в корпусе насоса и на рейке.

Рис. 13.5. Места износа корпуса топливного насоса

С увеличением износа лыски А увеличивается самопроизвольный поворот рейки на некоторый угол вокруг своей оси.

Износ направляющих пазов в корпусе под ось толкателя вызывает перекосы толкателей и более интенсивный их износ. Часто это приводит к заеданию оси ролика.

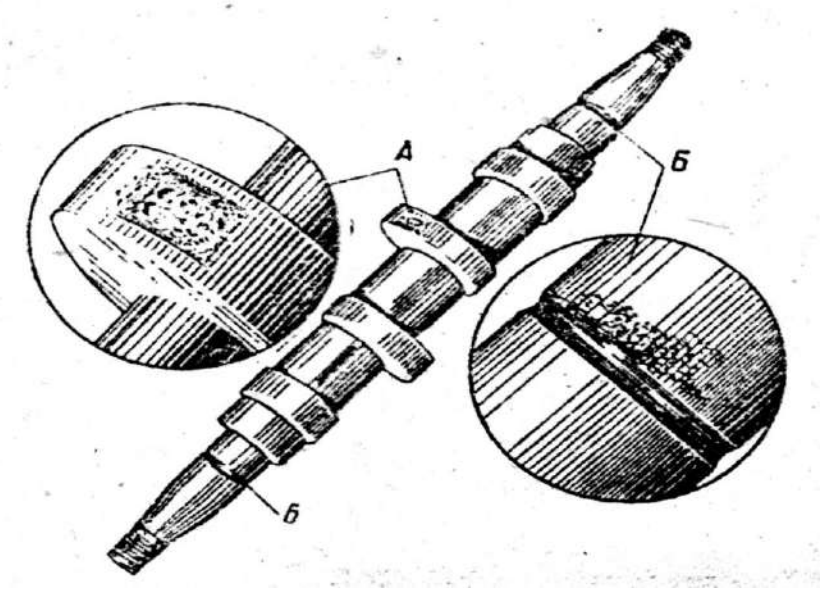
Износ поверхности отверстия под толкатель больше в плоскости, перпендикулярной оси кулачкового вала, и поэтому отверстие принимает, форму овала. Это приводит к увеличению зазора в сопряжении отверстие - толкатель становится причиной стука толкателя.

Износ отверстия под рейку топливного насоса устраняют установкой в корпус втулки с последующей прошивкой в ней профильного отверстия.

Изношенные пазы под хвостовики осей толкателей плунжера обрабатывают прошивкой под увеличенный размер оси толкателей.

Трещины на корпусе заделывают эпоксидным клеем, клеем БФ-2 или заваривают.

Характерные дефекты кулачкового вала: износ кулачка по профилю, главным образом на участке А (рис. 13.6), соответствующим положению ролика толкателя плунжера в момент подачи топлива; образование выработки в виде кольцевой канавки в месте Б прилегания самоподжимного сальника к шейке; изнашивание посадочных мест шеек вала под внутренние кольца шарикоподшипников; повреждение резьбы на конце вала.



А - участок износа профиля кулачка; Б - износ места прилегания к сальнику.

Рис. 13.6. Характер износа кулачкового вала

Кулачки перешлифовывают до выведения следов износа на шлифовально-копировальном станке.

Шейки в местах прилегания сальников и посадки внутренних колец шарикоподшипников шлифуют до выведения следов износа, наращивают гальваническим путем слой металла и снова шлифуют до нормального размера.

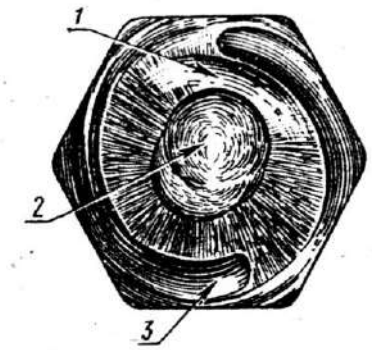
Посадочные места под внутреннее кольцо шарикоподшипника можно нарастить электроискровым или электроконтактным способом.

Основные дефекты толкателя плунжера: износ торга регулировочного болта; повышенный суммарный зазор между осью, роликом и втулкой ролика толкателя; ослабление посадки оси в корпусе толкателя: износ направляющей поверхности корпуса толкателя.

В результате износа деталей толкателя появляются стуки, нарушаются посадки деталей, что может привести к изменению оптимальных регулировок топливного насоса.

Основное дефекты регулировочного болта толкателя (рис. 13.7): износ головки в местах упора в торец и поводок плунжера, а также в тарелку пружи-

ны плунжера. Значительный износ болта может явиться, причиной повышенной степени нечувствительности регулятора из-за увеличения сопротивления перемещению рейки насоса.



1 - износ от поводка плунжера;

2 - износ от торца плунжера;

3 - износ от тарелки пружины плунжера

толкателя плунжера насосов.

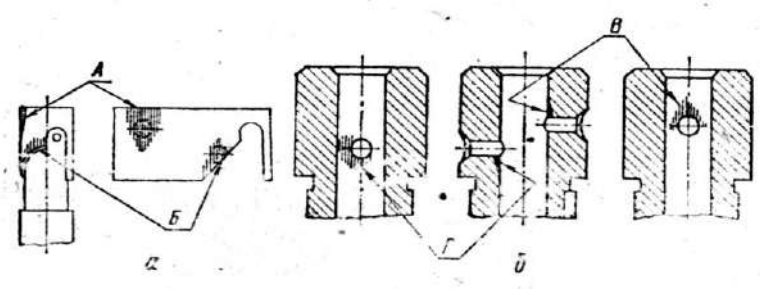
Рисунок 13.7. Характер износа регулировочного болта

Износы регулировочного болта устраняют шлифованием плоскости головки. При износе цианированного слоя поверхность болта наплавляют сормайтом или стальной проволокой при помощи газового пламени. В последнем случае наплавленный слой закаляют для обеспечения необходимой твердости.

При износе по наружному диаметру корпус толкателя не восстанавливают.

Ослабление посадки оси ролика в корпусе толкателя устраняют развертыванием отверстия под ось и изготовлением оси ремонтного размера.

Основная неисправность плунжерных пар - потеря гидравлической плотности в результате износа рабочих поверхностей плунжера и гильзы.



а - места износа плунжера; б - характер износа втулки А, Б - против впускного и отсечного окон; В, Г - у впускного и отсечного окон.

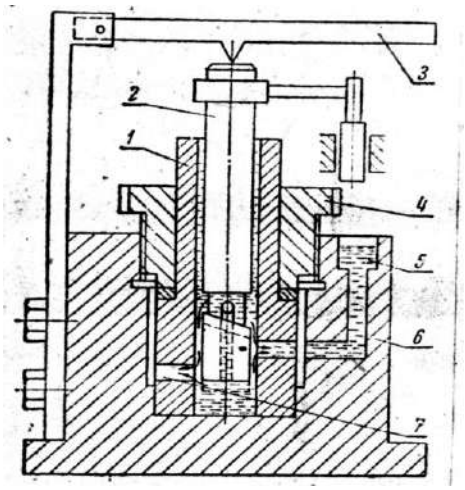
Рисунок 13.8. Износ плунжера и гильзы

Плунжерная пара (плунжер – втулка) изнашивается под воздействием твердых абразивных частиц, находящихся в топливе. Износ плунжера и втулки имеет местный характер. Наибольший износ плунжера в виде матовых пятен наблюдается на участке поверхности у верхней кромки против впускного отверстия и у косой кромки против отсечного отверстия (рис. 13.8,а). На внутренней по-

верхности втулки место наибольшего износа наблюдается как матовое пятно вокруг впускного и отсечного отверстий (рис. 13.8,б).

При износе между плунжером и втулкой свыше 10 мкм вместо 1,5...2 мкм у новой паре необходима их замена. Измерить столь малые местные износы или зазоры трудно, поэтому определение технического состояния плунжерной пары проводят косвенным путем.

Состояние плунжерной пары по скорости просачивания топлива проверяют прибором КП-1640, работающим по схеме, показанной .на рис. 13.9. Установленную в прибор втулку плунжера заполняют до краев смесью, состоящей из двух частей зимнего дизельного масла и одной части дизельного топлива. Вставляют во втулку плунжер и нагружают его рычагом 3, создающим удельное давление 0,22 Мпа (для плунжеров диаметром 8.5 мм).



1 - втулка; 2 - плунжер; 3 - рычаг; 4 - зажимная гайка; 5 - канал для заполнения прибора жидкостью; 6 - корпус прибора; 7 - впускное отверстие втулки.

Рисунок 13.9. Схема прибора КП-1640 для проверки состояния плунжерной пары

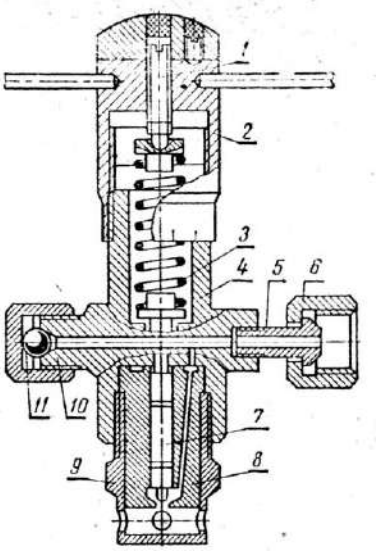
По мере просачивания топлива через зазор между плунжером и втулкой плунжер будет опускаться, а когда косая кромка сравняется с отсечным отверстием, он резко провалится. Время в секундах от начала нагружения плунжера до его проваливания является характеристикой плотности плунжерной пары. Пары, имеющие плотность менее 3 сек, выбраковываются.

Техническое состояние плунжерной пары по развиваемому давлению определяют максиметром (рис. 13.10) или манометром на собранном насосе.

Максиметр по устройству аналогичен форсунке и имеет те же основные детали. Вращением микрометрической головки 2 регулируют затяжку пружины 3 и изменяют таким образом давление впрыска. На корпусе 4 прибора по окружности головки 2 имеются деления, позволяющие с точностью до 0,5 МПа определить, на какое давление впрыска затянута пружина 3.

Максиметр присоединяют к штуцеру насосного элемента вместо топливопровода высокого давления. Устанавливают максимальную подачу топлива, а ча-

стоту вращения кулачкового валика такую же, как и при запуске дизеля пусковым двигателем (примерно 100..150 об/мин).



1- установочный винт; 2 - микрометрическая головка; 3 - пружина; 4 - корпус; 5, 10 - штуцер; 6 - накидная гайка; 7 - игла-распылитель; 8 - корпус распылителя; 9 - гайка; 11 - шарик.

Рисунок 13.10. Максиметр

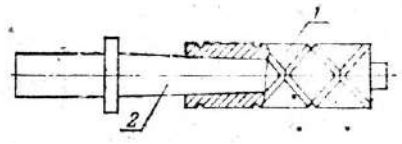
Постепенно затягивая вращением микрометрической головки пружину максиметра, наблюдают за впрыском через распределитель прибора. Если при затяжке пружины на давление впрыска ниже 30 МПа начинают наблюдаться перебои или прекращение впрыска через распылитель прибора, то такая пара непригодна для постановки на насос.

Проверять давление, развиваемое парой, можно манометром, присоединенным к штуцеру насосного элемента.

Плунжерные пары, имеющие плотность, не соответствующую техническим условиям, восстанавливают способом перекомплектовки, хромированием или никелированием плунжера, азотированием и др.

Восстановление способом перекомплектовки заключается в притирке, сортировке на группы, подборе и взаимной притирке плунжерных пар.

Гильза притирается следующим образом. Закрепляют гильзу в специальном зажимном приспособлении притирочного станка. Оправку с притиром (рис. 13.11) или плунжер закрепляют в шпинделе станка и на поверхность притира наносят слой пасты. Притир вводят в обрабатываемую гильзу.



1 - притир; 2 - конусная оправка.

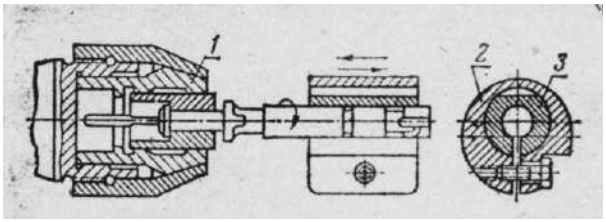
Рисунок 13.11 - Притир для гильз

Качество притирки определяет внешним осмотром (на внутренней поверхности гильзы должна отсутствовать блестящие пятна) или проверкой геометрической формы. гильзы. Овальность и конусность гильзы в любом сечении, определяемые индикаторным нутромером или ротаметром, сравнивают с данными технических условий. При несоответствии показателей техническим условиям предварительную притирку гильзы повторяют.

Окончательную притирку выполняют другим притиром с применением более мелкой пасты М3 при тех же режимах.

Торец гильзы притирают на чугунных плитах вначале притирочной пастой М7, а затем М3.

Плунжер притирают по описанному технологическому процессу. Для притирки плунжер закрепляют в шпинделе, а притир - в зажимном приспособлении (рис. 13.12).



1 - шпиндель станка; 2 - оправка; 3 - притир.

Рис. 13.12. Схема притирки плунжера

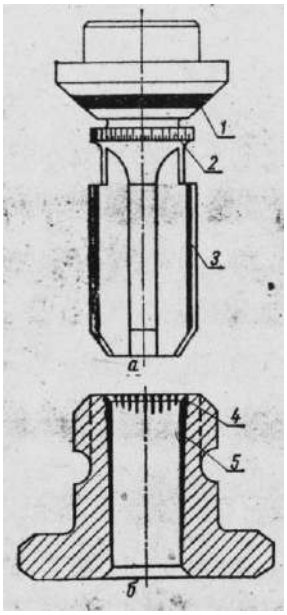
После притирки достаточного количества деталей их замеряют, сортируют на группы через 1 мкм и подбирают в пары с таким условием, чтобы плунжер входил в гильзу на 2/3 длиы от усилия руки. За тем, закрепив плунжер в цанговом патроне станка, на поверхность притираемых деталей наносят пасту Ml и, включив станок, в течение 1...2 мин притираю детали одна к другой при частоте вращения плунжера 100...150 об/мин и числе двойных ходов гильзы 80...100 в минуту.

Качество ремонта пары проверяют следующим образом: После тщательной промывки пары в дизельном топливе плунжер при температуре 18...20 градусов должен медленно входить под собственым весом в гильзу на всю длину. Если это выдержано, проводят гидравлическое испытание пары.

Плунжеры, которые не удается подобрать к гильзам, хромируют или никелируют, или азотируют обе детали, а затем притирают детали плунжерной пары.

Основной дефект клапанной пары - износ, которой приводит к появлению течи топлива через неплотности, а также к увеличению зазоров в ме-

стах сопряжения клапана и седла. Характерные места износа указаы на рис. 13.13.



а - обратного клапана;
б - седла обратного клапана;
1 - запорный конус;
2 - разгрузочный поясок;
3 - направлящий хвостовик;
4 - запорная фаска;
5 - направляющее отверстие.

Рис. 13.13. Характерные места износа клапанной пары

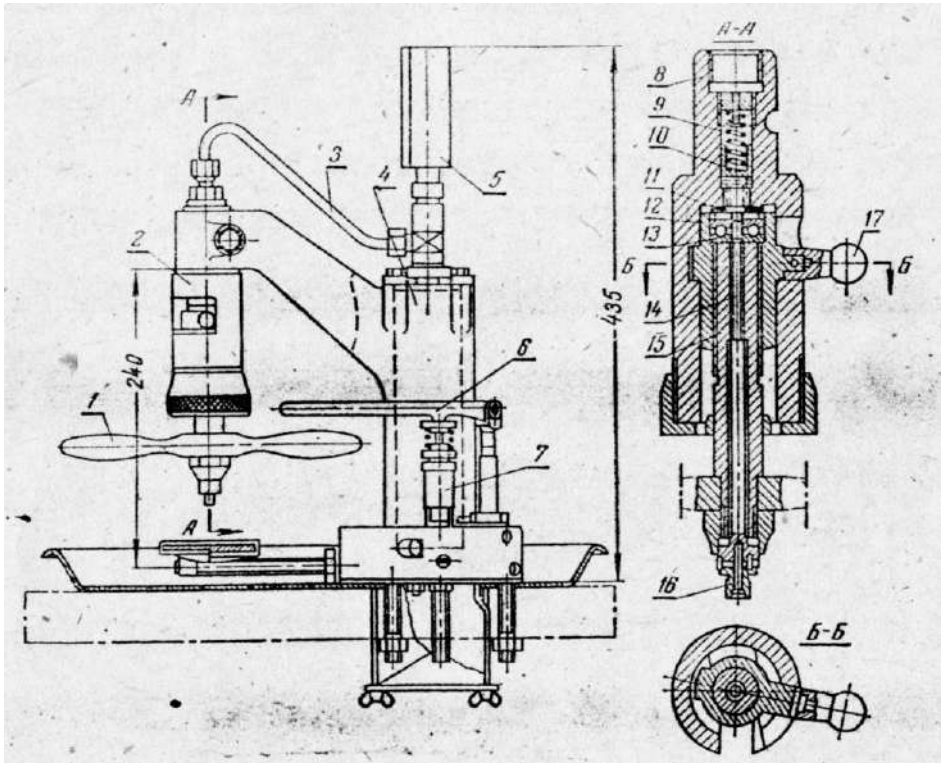
Поверхности запорного конуса клапана и его седла изнашиваются как от ударной посадки клапана, возникающей после отсечки топлива в надплунжерном пространстве, так и от воздействия абразивных частиц, находящихся в топливе. Последние, попадая в зазор при закрытии клапана вдавливаются в него и седло и снимают частицы металла, с уплотняющих поверхностей. В результате износа на запорном конусе и седле образуется матовая кольцевая канавка шириной 0,4...0,5 мм и глубиной в среднем 0,05 мм.

При воздействии абразивных частиц, попавших в зазор между разгрузочным пояском и цилиндрическим отверстием корпуса клапана, на пояске образуются риски и он принимает скорму конуса, а в корпусе появляется матовый участок. В результате износа увеличивается зазор между разгрузочным пояском и отверстием седла.

В случае износе направляющего хвостовика клапан топливного накоса перекашивается, вследствие чего нарушается герметичность заборной части и повышается износ разгрузочного пояска.

Указанное неисправности клапанной пары изменяют производительность насосного элемента и нарушают характер впрыска топлива. Работа двигателя с изношенными клапанными парами характеризуется большей жесткостью и дымлением двигателя.

Восстановленную или поступившую в ремонт прецизионную пару необходимо проверить на плотность гидравлическим испытанием на специальном приборе ПНК (КИ-1086), показанном на рис. 13.14.



1, 6 и 17 - рукоятки: 2 - устройство для установки нагнетательного клапана; 3 - трубопровод; 4 - гидравлический аккумулятор; 5 - манометр: 7 - подкачивающий насос; 8 - корпус; 9 - пружина; 10 - поршень; II - испытуемый клапан с прокладкой; 12 - втулка; 13 - упорный шарикоподшипник; 14, 15 - винты; 16 - головка.

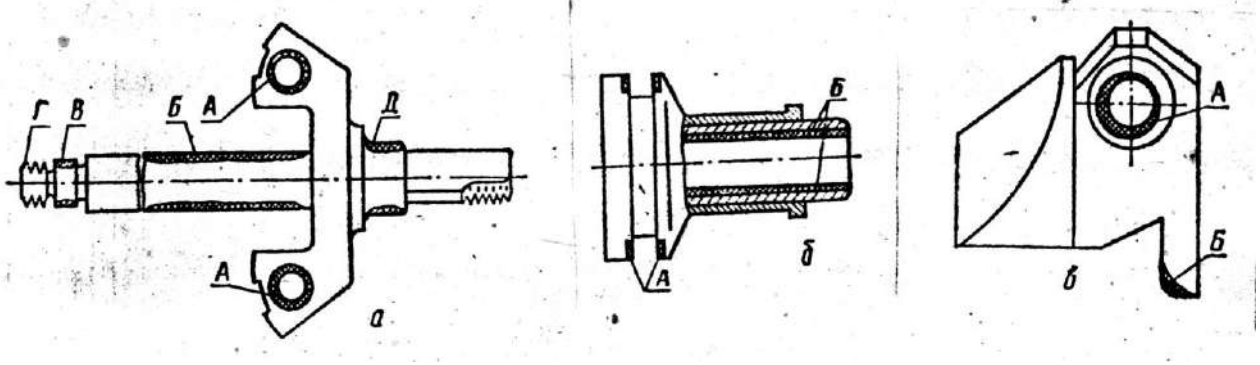
Рис. 13.14. Прибор для испытания нагнетательных клапанов топливных насосов

Нагнетательный клапан в сборе с седлом и прокладкой устанавливают в прибор КИ-2086 на упорный подшипник 13, поднимают его рукояткой 17 вместе с втулкой 12 и винтом 15, запирают поворотом рукоятки в горизонтальный паз до упора и затем дополнительно прижимают вращением винта за рукоятку 1. Рукояткой 6 подкачивающего насоса нагнетают топливо до давления 0,83 МПа и определяют суммарную герметичность клапана (по запирающему конусу и разгрузочному пояску) по времени падения давления от 0,8 до 0,7 МПа. Время падения давления должно быть не менее 30 с. После этого вращают головку 16 и поворачивают винт 14 на два деления, что соответствует подъему клапана на 0, 2 мм. Нагнетая топливо, поднимают давление до 0,25 МПа и определяют герметичность клапана по разгрузочному пояску по времени падения давления от 0,2 до 0,1 МПа. Время падения давления должно быть не менее 2 с.

Восстановление герметичности сопряжения запорного конуса клапана с седлом осуществляют путем их взаимной притирки пастой. Клапан с изношен-

ным разгрузочным пояском и седло с изношенным отверстием восстанавливают на специализированных ремонтных предприятиях.

Регулятор топливного насоса. Валик регулятора изнашивается в месте сопряжения со втулкой скользящей муфт (рис. 13.15, а). Это сопряжение восстанавливают перешлифовыванием валика на уменьшенный размер с постановкой втулки уменьшенного диаметра или хромированием (осталиванием) части валика. Изношенные посадочные шейки его под подшипники качения це-



а - крестовины грузов и валика ротора; А - отверстия под ось грузов; Б - поверхность валика под втулку; В, Д - шеек под подшипники; Г - резьбы;
б - муфты регулятора со втулкой; А - торцовых поверхностей паза под пальцы вильчатого рычага; Б - поверхность отверстия втулки;
в - груза регулятора со втулкой: А - отверстия втулок под ось; Б - выступ в местах упора в подшипник.

Рисунок 13.15. Износы деталей регулятора

У скользящей муфты подвержены износу торцовые, поверхности А кольцевого паза, сопряженные с пальцами вильчатого рычага (рис. 13.15,б). Эти поверхности протачивают или перешлифовывают, а в рычаг устанавливают пальцы увеличенного диаметра.

У грузов регулятора изнашиваются поверхности касания с упорным подшипником скользящей муфты и отверстия втулки под ось крестовины (рис. 13.15, в). Изношенные упорные поверхности грузов наплавляют и обрабатывают по шаблону, а втулки рассверливают и развертывают под ось увеличенного размера.

Масса груза регулятора в сборе со втулкой у всех двигателей СМД (кроме СМД-14Б) должна быть равна 205-215 г; у СМЦ-14Б - 235-250 г; у насосов УТН-5 - 184-192 г. Разница в массе грузов, составляющих пару, не должна превышать 3-5 г.

При ремонте регулятора следует обращать внимание на состояние шарнирных соединений рычагов и тяг с осями и пальцами, грузов с осями и т.п., не допуская увеличения зазоров в этих соединениях выше 0,2-0,3 мм. Большие за-

зоры в шарнирных соединениях приводят к появлению значительных "свободных ходов" и к неравномерной работе двигателя.

Изношенные шарнирные соединения рычагов и тяг с осями и пальцами восстанавливают аналогично рассмотренному выше сопряжению отверстий грузов с осями.

Изношенные оси грузика и сухарика заменяют новыми, изготовленными из стали 45 и подвергнутыми термообработке.

Изношенные отверстия под оси грузиков развертывают до ремонтного размера, обеспечив нормальный зазор в сопряжении крестовина - ось

Износ посадочной поверхности под подшипник устраняют электроискровым наращиванием с последующим шлифованием до размера, обеспечивающего необходимую посадку в сопряжении крестовина - подшипник.

Изношенную поверхность валика регулятора под втулку шлифуют, хромируют, а затем снова шлифуют. Вместо хромирования применяют также осталивание.

Для восстановления изношенных посадок рассверливают и развертывают отверстия и используют пальцы и оси увеличенного диаметра.

Сборка топливного насоса и регулятора. При сборке топливного насоса после установки втулки плунжера и завертывания до отказа стопорящего винта (постановка установочного штифта у насоса УТН-5) втулка плунжера должна иметь предельный люфт. После сборки насосных элементов и затяжки всех штуцеров плунжеры должны легко, без прихватывания, перемещаться во втулках. Необходимо, чтобы кулачковый вал легко вращался в подшипниках, осевой разбег вала должен быть равен 0,10-0,25 мм. У насосов типа 4ТН-8,5х10 и УТН-5 осевой разбег вала регулируют постановкой или снятием кольцевых прокладок за внутренними кольцами подшипников. У насосов двигателей ЯМЗ-238НБ регулировочные прокладки ставят за корпусом подшипника; разбег вала должен быть равен 0,01-0,07 мм.

Общую высоту толкателя регулируют вращением болта толкателя. Для насоса 4ТН-8,5х10 общая длина толкателя устанавливается в пределах 36,3-38,5 мм (не более $39{,}1_{-0{,}34}$ мм), у насосов ЯМЗ-238НБ - 37,4±0,1 мм.

У насосов 4Т8-8,5х10 хомутик первого насосного элемента должен находиться на расстоянии 50 мм от приварочной плоскости насоса (рис. 13.16) при левом положение рычага регулятора. Расстояние между соседними хомутиками тоже должно быть равно 50 мм.

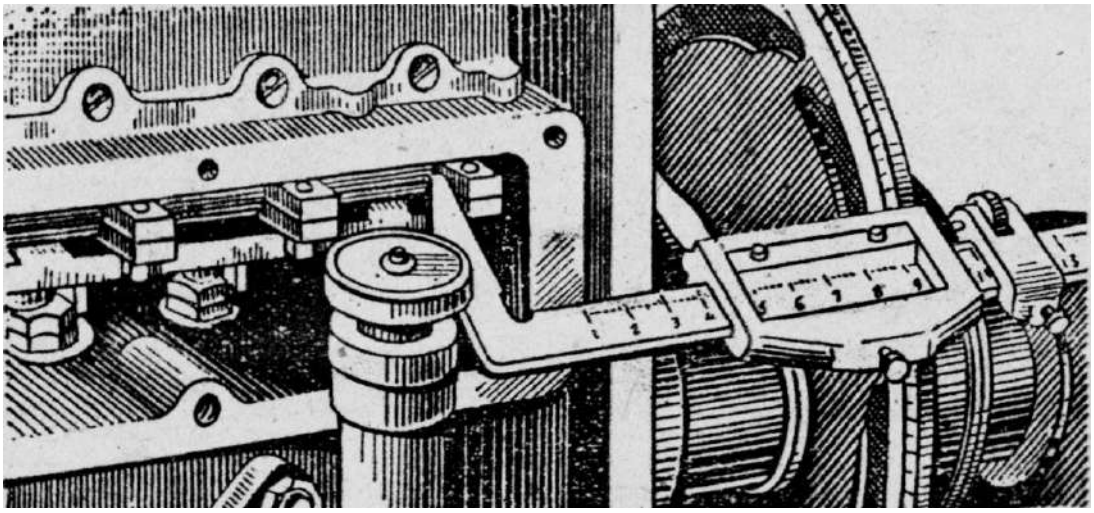
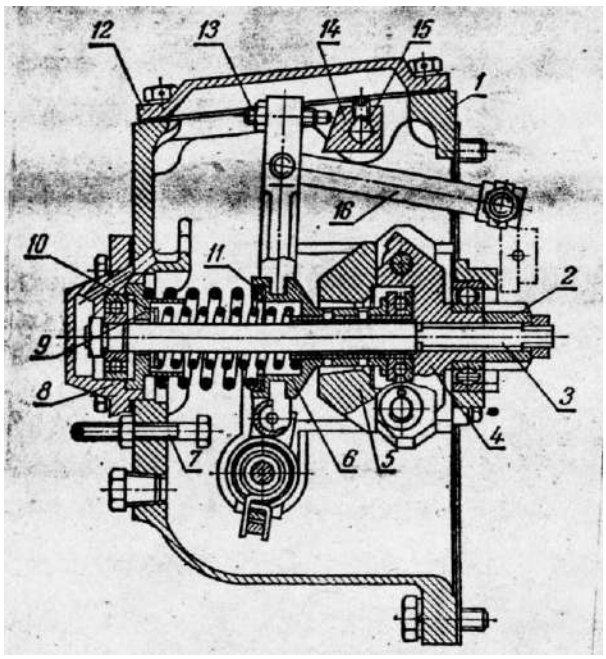


Рисунок 13.16. Определение положения хомутика на рейке топливного насоса типа 4ТН-8,5х10 с помощью штангенциркуля.

При сборке и установке регулятора топливного насоса проводят предварительную регулировку, обеспечивающую правильную его работу. Так, у насосов типа 4ТН-8,5х10 вращением болта 13 вильчатой тяги регулятора (рис. 13.17) регулируют ход рейки, равный 10,5-11,0 мм.

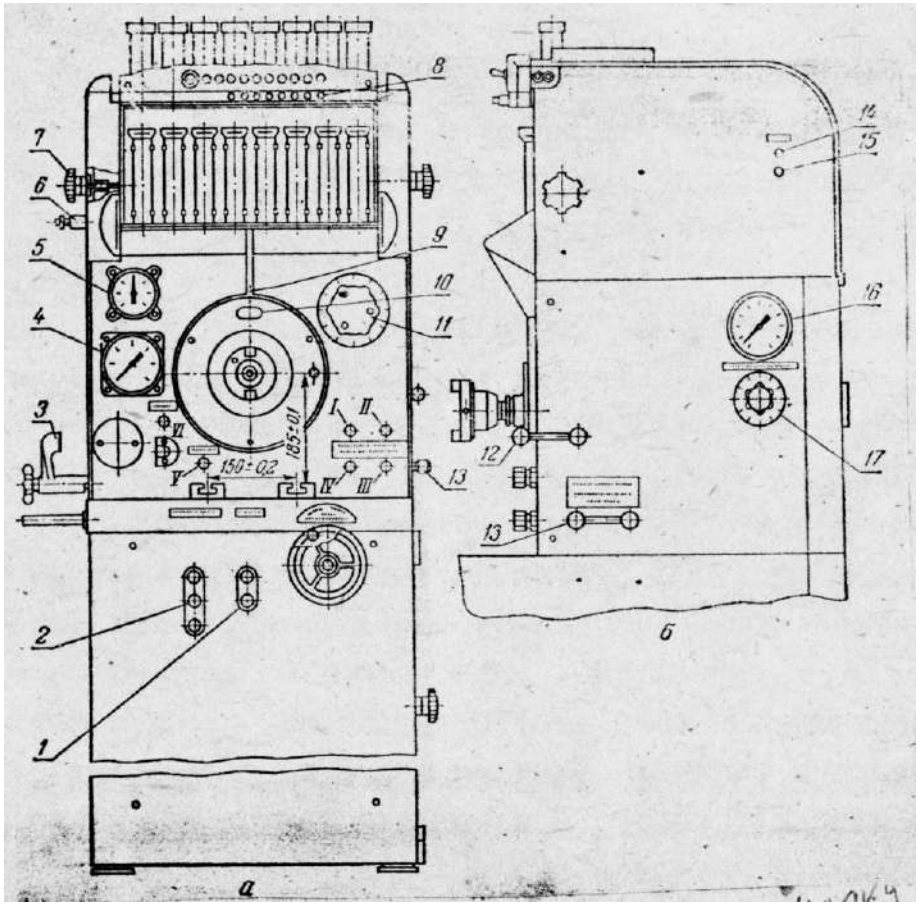


1 - корпус; 2 - ведомая шестерня; 3 - валик регулятора; 4 - крестовина; 5 - груз; 6 - муфта регулятора; 7 - болт (жесткий упор); 8 - задняя крышка; 9 - седло пружин. ; 10,-11 - регулировочные прокладки: 12 - крышка корпуса; 13 - болт вилки тяги регулятора; 14 - призма вадика обогатителя; 15 - валик обогатителя; 16 - тяга регулятора.

Рисунок 13.17 - Регулятор РВ-750 (насосы типа 4ТН-8,5х10)

Испытание и регулировка топливного насоса с регулятором.

Обкатку, испытание и регулировку топливных насосов с регулятором проводят на испытательных стендах СДТА-1 (КИ-921) и СДТА-2 (КИ-921М) - рис. 13.18.



а - вид спереди; б - вид справа, сбоку;
1 - кнопка пускателя электродвигателя стендового топливного насоса; 2 - кнопка пускателя электродвигателя привода; 3 - зажим для крепления испытуемого плунжерного подкачивающего насоса; 4 - манометр магистрали низкого давления; 5 - тахометр
- кронштейн для крепления испытуемого топливного фильтра;
- ручка поворота мензурок для слива топлива; 8 - тумблеры датчиков проверки утла начала впрыска топлива; 9 - нулевая риска на корпусе стенда; 10 - визирная проволока неподвижного диска; 11 - рукоятка для установки счетчика-автомата на заданную частоту вращения; 12 - рукоятка для включения счетчика-автомата; 13 - распределительной кран; 14 - кнопка включения стенда в электрическую сеть; 15 - кнопка выключения стенда;
16 - манометр магистрали высокого давления; 17 - дроссель; 1 - У1 - штуцеры стенда.

Рисунок 13.18. Стенд СДТА-2 (КИ-921М)

Собранный насос устанавливают на стенд, заливают масло в картеры насоса и регулятора, прокручивают насос от руки, включают стенд и удаляют

воздух из системы, после чего обкатывают насос в течение 5 мин без форсунок при полной подаче топлива и номинальной частоте вращения кулачкового вала. Затем к насосу присоединяют комплект отрегулированных форсунок и на том же режиме обкатывают его в течение 20-30 мин.

Во время обкатки проверяют давление топлива, отсутствие ненор- мальных шумов, стуков, заеданий, подтекания топлива, масла и при необходимости устраняют замеченные неисправности. Испытывают и регулируют насос в определенной последовательности.

Вначале регулируют ход рейки, проверяют и регулируют работу регулятора топливного насоса. Затем проверяют и регулируют количество топлива, подаваемого насосными элементами, угол начала впрыска топлива. После этого рекомендуется снова проверить количество топлива, подаваемого насосными элементами.

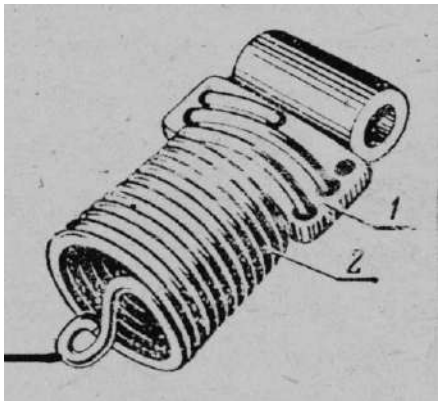
Проверка работы регулятора заключается в определении частоты вращения в начале и при прекращении действия регулятора. Для этого, установив наружный рычаг регулятора в крайнее положение, соответствующее работе на максимальном режиме, постепенно увеличивают частоту вращения кулачкового вала до тех пор, пока рейка не начнет двигаться в сторону уменьшения подачи топлива. Например, у насосов типа 4ТН-8,5х10 этот момент улавливают по началу отхода болта 13 вилки от призмы 14 корректора (обогатителя) (рис. 13.17).

Начало действия регулятора, то есть начало движения рейки, должно наступать у всех насосов при частоте вращения кулачкового вала, превышающей на 10-25 об/мин номинальные обороты. Например, для двигателей типа СМД-14 номинальная частота вращения кулачкового вала насоса 850 об/мин, а начало действия регулятора должно быть при частоте вращения 860-870 об/мин.

При необходимости проводят регулировку частоты вращения начала действия регулятора. У всех регуляторов частоту вращения при начале действия устанавливают изменением натяжения (или нажатия) пружины регулятора. Чаще всего это осуществляется вращением винта (болта) , ограничивающего поворот наружного рычага управления регулятором в положение, соответствующее работе на максимальном режиме. Большинство насосов, кроме этого, имеют и дополнительные регулировки натяжения (нажатия) пружины регулятора. Так, у насосов типа 4ТН-8,5х10 с регулятором типа РВ это можно сделать изменением количества прокладок за пружинами. У насосов типа УТН-5 регулировать натяжение пружины можно, изменяя количество работающих витков, то есть жесткость пружинь (рис. 13.19).

Основное регулировочные показатели топливных насосов и регуляторов приведены в табл. П3.

Проверка и регулировка количества топлива, подаваемого насосными элементами. Для выполнения этой операции устанавливают номинальную частоту вращения кулачкового валика (у некоторых насосов немного ниже - см. табл. П1).



1 - пластина с отверстиями

2 - пружина регулятора.

Рисунок 13.19. Механизм изменения числа рабочих витков пружин у малогабаритных регуляторов и регуляторов насосов УТН-5

Сбор топлива проводят в мерные стаканы за количество ходов плунжера (оборотов), соответствующее номинальной частоте вращения кулачкового вала насоса. Объем собранного топлива определяют, па градуировке на мерных стаканах. У стендов типа СДТА-1. и СДТА-2 имеется устройство, производящее автоматическое переключение подачи топлива от мерных стаканов на слив в бак через заданное количество ходов плунжера.

Если производительность насосных элементов не соответствует техническим условиям, то регулировку осуществляют поворотом плунжера во втулке, то есть изменением положения отсечной кромки плунжера относительно отсечного отверстия во втулке при неизменном положении рейки насоса.

У насосов типа УТН-8,5х10 для этого смещают на рейке хомутики, связанные с поводками плунжеров. У насосов типа УТН-5 и двигателей ЯМЗ-238НБ регулировку проводят поворотом разрезного зубчатого венца относительно плунжера при неизменном зацеплении с зубчатой рейкой насоса.

После регулировки производительности насосных элементов следует проверять, происходит ли выключение подачи топлива при перемещении рейки в положение нулевой подачи.

Проверка и регулировка угла начала впрыска топлива. Начало впрыска топлива на стендах СДТА-1 и СДТА-2 определяют с помощью стробоскопического устройства.

В стаканах, где устанавливаются форсунки, имеются электрические датчики, представляющие собой подвижный и неподвижный контакты, включен-

ные в электронную схему (командоаппарат) стробоскопического устройства. При впрыске под давлением топлива, выбрасываемого из форсунки, контакты датчика замыкаются. Замыкание контактов под любой из форсунок создает разряд конденсатора командоаппарата на электроды импульсной лампы и вызывает световую вспышку.

У стендов СДТА-1 лампа расположена против диска, установленного на валу привода насоса. На диске имеются прорези (щели), поэтому при впрысках топлива и соответственно вспышках лампу на диске появ ляются световые линии. Так как они появляется всегда в одном положении, то кажутся неподвижными, и по их положению относительно шкалы неподвижного диска судят об угле начала впрыска (табл. ПЗ).

У стеков СДТА-2 на валу привода насоса установлен прозрачный диск с круговой шкалой 0-360°, а неподвижный диск имеет окно с визирной проволокой. Неподвижный диск закрепляется так, чтобы его визир совпадал с нулевым делением подвижного диска при верхней мертвой точке плунжера первой секции насоса (визир должен совпадать с риской на передней панели стенда).

При вспышке лампы против визира будет находиться то деление шкалы подвижного диска, которое соответствует углу начала впрыска топлива.

При необходимости регулируют угол начала впрыска. У всех топливных насосов эту регулировку осуществляют вращением регулировочного болта толкателя.

После проверки и регулировки угла начала впрыска вновь проверяют количество топлива, подаваемого насосными элементами (секциями).

4. Форсунки

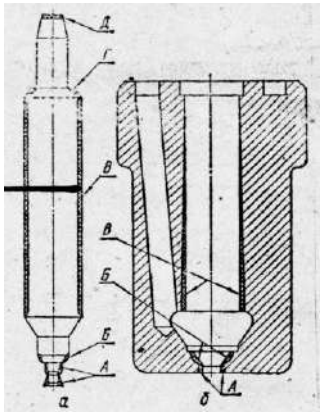
В процессе эксплуатации дизеля наблюдается ухудшение качества распыла, изменяются направление и дальнобойность струи топлива. Это происходит в результате снижения давления начала впрыска, попадания воды и грязи в топливо, износа или закоксования распылителя, неправильной сборки и крепления форсунки на двигателе.

Во время работы форсунки изнашиваются сопрягаемые поверхности опорных витков пружины и деталей, воспринимающих ее давление. Вследствие этого уменьшается давление начала впрыска топлива, увеличивается подъем иглы распылителя, повышается пропускная способность форсунки, возрастают угол опережения впрыска топлива в цилиндр и расход топлива. В результате неравномерного износа деталей отдельных форсунок повышается неравномерность подачи топлива в отдельные цилиндры.

Интенсивному изнашиванию форсунок способствует попадание в них вместе с топливом воды, пыли и грязи. При износе начинает подтекать и закок-

совываться распылитель, нарушается Форма конуса распыла топлива и пропускная способность форсунки.

У штифтовых форсунок механические частицы вместе с топливом с большой скоростью проходят через зазор между штифтом иглы и стенками сопла и срезают частицы металла. Вследствие этого искажается форма и изменяются размеры сопла и штифтов (рис. 13.20). Кольцевой зазор между штифтом иглы и стенками сопла распылителя увеличивается, что приводит к ухудшению качества распыла топлива.

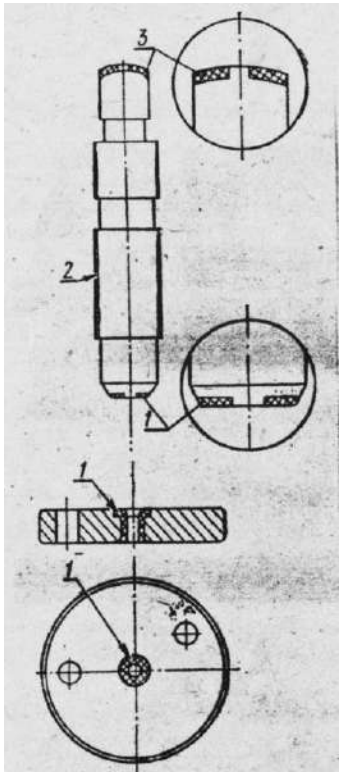


а - поверхностей иглы; А - штифта; Б - запирающего конуса; В - направляющей поверхности; Г - торцевой в сопряжении с конусом форсунки; А - торцевой в сопряжении со стержнем пружины;

б - поверхностей корпуса распылителя А - сопла; Б - запирающего конуса; В - направляющей поверхности.

Рисунок 13.20. Износ распылителя штифтовой форсунки

У бесштифтовой форсунки во время работы нарушается плотность прилегания торца иглы и распылителя к донышку, изнашивается донышко, изменяется форма и размер соплового отверстия (рис. 13.21).



1 - донышка и иглы в месте прилегания; 2 направлящей поверхности иглы; 3 - торца иглы.

Рисунок 13.21. Места износа иглы и донышка распылителя бесштифтовой форсунки

Изнашиваются, кроме того, направляющая часть иглы и корпус распылителя. Все это приводит к появлению течи топлива.

Плотность соединения корпусов распылителя и форсунки в основном нарушается из-за коррозии торцовых поверхностей или в результате неправильной сборки Форсунки. Распылитель деформируется в результате перегрева и заедания иглы, прорыва газов из-за прокладки при перекосе, возникающем при неравномерной затяжке гаек крепления форсунки.

Восстановление распылителя форсунки, как и других прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры, сводится к устранению износов сопрягаемых поверхностей притиркой с применением притирочных паст.

Притиркой можно восстанавливать большинство сопрягаемых распылителей без их раскомплектования. Это объясняется тем, что направляющие части иглы и корпуса распылителя изнашиваются незначительно и равномерно, вследствие чего сохраняется база для выполнения ремонтных операций.

Распылители с изношенной направляющей частью иглы могут быть восстановлены хромированием, притиркой и подбором сопрягаемых деталей.

Окончательно детали притирают без пасты, смазав их сопрягаемое поверхности чистым дизельным маслом.

Распылитель штифтовой форсунки можно восстановить отрезанием изношенного штифта иглы на шлифовальном станке и нарезанием на таком же станке новых распиливающего и запирающего конусов и штифта за счет оставшейся части иглы. В результате такой обработки игла укорачивается на 1 мм. Штифт изготавливают увеличенного ремонтного размера.

Запирающий конус распылителя восстанавливают на станке, который применяют при изготовлении новых распылителей, путем электроискровой обработки. В результате такой обработки толщина донышка в месте соплового отверстия должна быть не меньше 1,4 мм. После этого на другом электроискровом станке обрабатывают поверхность соплового отверстия, исправляя его форму и увеличивая диаметр до ремонтного размера.

Иглу и корпус после восстановления взаимно притирают (спаривают) по запирающему конусу на специальном станке (рис. 13.22).

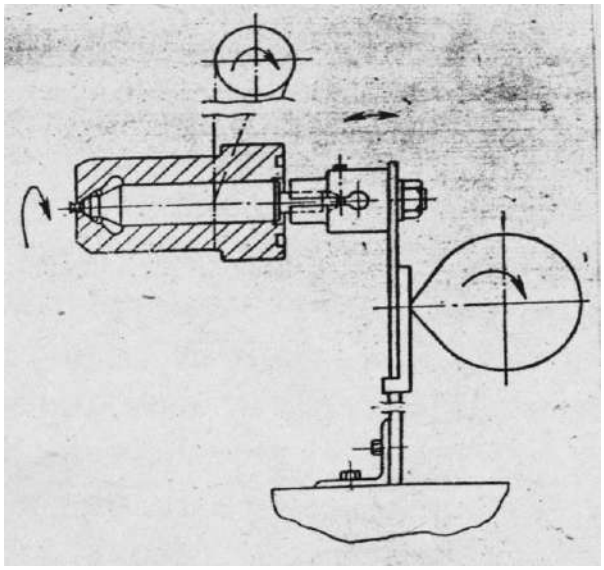


Рисунок 13.22. Схема станка для взаимной притирки (спаривания) иглы с корпусом распылителя по запирающему конусу

Верхнюю торцовую поверхность конуса распылителя и донышко бесштифтового распылителя притирают на притирочных плитах. При появлении черновин, рисок и забоин для притирки используют поочередно пасты ГОИ № 25-30, 10-14 , 2-4 или соответствующие пасты НЗТА (тридцатимикронную, десятимикронную и трехмикронную).

Торец корпуса распылителя притирают так же, как и торец гильзы топливного насоса.

Рабочие торцы корпуса распылителя и иглы притирают совместно на притирочной плите. Во время притирки иглу надо постепенно поворачивать в корпусе распылителя.

После доводки промытая в дизельном топливе игла должна перемещаться в распылителе под действием собственного веса.

Обкатка и испытание. Собранные форсунки обкатывают, испытыва-ют на герметичность, качество и угол распыла, давление впрыска и на пропускную способность на специальных стендах или приборах для испытания и регулировки форсунок.

Отремонтированная и правильно собранная форсунка должна обеспечивать: равномерный распыл топлива через распылитель без заметных на глаз отдельных капель и струек; правильный угол конуса распыла топлива; четкость отсечки, сопровождающуюся характерным звуком; нормальное давление впрыска; необходимую герметичность (подтекания топ лива через зазоры сопрягаемых деталей не должно быть); заданную про пускную способность.

На рис. 13.23 показан прибор КП-1609А. Прокачивая через форсунку ручным насосом прибора дизельное топливо или смесь его и масла вязкостью 9,9-10,9 сантистокса, создают определенное давление и затем измеряют время падения давления.

Детали форсунок, показавших неудовлетворительную герметичность могут быть восстановлены на специализированных ремонтных предприятиях.

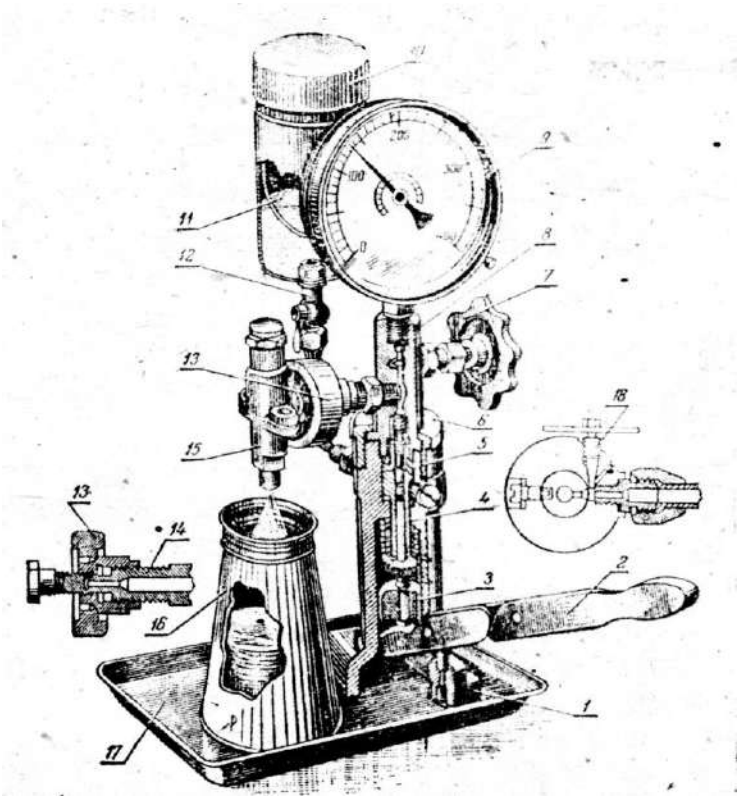
После испытания у форсунок, показавших удовлетворительную герметичность, регулируют давление, впрыска. Для этого, изменяя затяжку пружины форсунки с помощью винта, регулируют давление впрыска по ма нометру прибора или стенда согласно техническим условиям, приведенным в табл. П2.

Одновременно проверяют качество распыла при нормальном давлении впрыска, а также при давлении на 2-2,5 МПа выше и ниже нормального. Скорость подкачивающего топлива равна 60-80 впрыскам в минуту

У многодырчатых форсунок проверяют наличие и равномерность впрыска топлива через все отверстия, проводя впрыск на темный металлический экран.

Отрегулированные форсунка соединяют с топливным насосом и об- катывают в течение 10 мин при полной подаче топлива и номинальной частоте вращения кулачкового вала. Обкатанные Форсунки вновь устанавливают на тот же прибор или стенд для испытания и проверяют их на герметичность и качество распыла.

Распылители форсунок данной марки могут отличаться друг от друга своей пропускной способностью. Поэтому топливный насос должен устанавливаться на двигатель с теми же форсунками, с которыми проводилась его регулировка на стенде, и в том же порядке по насосным элементам.



1 - корпус; 2 - рычаг; 3 - направляющая; 4 - плунжерная пара: 5 - нагнетательный клапан; 6 - гайка корпуса; 7 и 13 маховички; 8 - корпус распылителя; 9 - манометр; 10 - бак; 11 - фильтр; 12 - кран; 14 - соединительна й штуцер; 15 - форсунка; 16 - глушитель; 17 -противень; 18 - вентиль для выпуска воздуха.

Рисунок 13.23. Испытание форсунок на приборе КП-I609А

Топливные фильтры

Щелевые, ленточные или пластинчатые фильтрующие элементы грубой очистки промывают, поврежденные витки латунной ленты запаивают, а поврежденные пластины заменяют. Загрязненные фильтрующие элементы тонкой очистки из хлопчатобумажной пряжи заменяют.

Задание студенту

При ответе на поставленные вопросы студент должен отразить характерные дефекты деталей узлов топливной аппаратуры, влияние их на работу двигателя, способы устранения дефектов, испытание и регулировку узлов.

Результаты испытаний занести в таблицу и сравнить с данными технических условий на капитальный ремонт топливной системы.

Таблица 13.1 - Результаты испытания топливного насоса на стенде

Тип насоса	Ход рейки, мм	Частота вращения вала, об/мин			Номин. производит. насосн. элемента $см^3$/мин	Угол впрыска топлива по секциям, град			
		номин.	начало действия регулятора	Полное выключ. подачи топлива		1	2	3	4

Примечание. Верхней строкой в таблице записываются показатели по ТУ на капитальный ремонт насоса, нижней - фактические.

Таблица 13.2 - Основные показатели подкачивающих насосов

Показатели подкачивающих насосов	Марки топливных насосов, на которые установлен подк. насос		
	4ТН-8, 5х10	УТН-5	на дизелях ЯМЗ
Частота вращения вала привода при испытании, об/мин	650	650	1050
Противодавление при замере производительности, МПа	0.04…0.05	0.04…0.05	0.13…0.15
Производительность с противодавлением (не менее), л/мин	1.2	1.4	2.2
Производительность без противодавления (не менее), л/мин	1.8	2.2	-
Максимальное давление	0.17	0.13	0.4

Марка	Марка двига-	Показатели

форсунки	теля	Давление впрыска, устанавл. При провер-ке герметичности, МПа	Интервал падения дав-ления при проверке герметичности, МПа	Время падения давле-ния	Рабочее давление впрыска, МПа
ФШ-2х5°	Двигатели СМД	22-23	20-18	5-20	13±0,25
6Т2-20с1-1Г	Д-37М, Д-37Б,	26	23-21	7-20	$17^{+0.5}$
6А1-20с1	А-01, А-41	38	35-30	Не менее 15	$15^{+0.5}$
236-1112010	ЯМЗ-236НБ	38	35-30	Не менее 15	$15^{+0.5}$

Таблица 13.3 - Технические условия на испытание форсунок

Таблица 13.4 - Основные регулировочные показатели топливных насосов и регуляторов

Топливный насос	Двигатель	Трактор, комбайн	Частота вращения кулачкового вала, об/мин			Установка счетчика автомата на количество оборотов при пров. подачи топлива	Количество топлива подав. секциями, $см^3$	На стенде СДТА-2 (КИ-921М) по подвижному диску относ. визира, град								Угол опережения подачи топлива до ВМТ к/вала по мениску, град.
								Угол начала подачи топлива секциями, град.				Угол начала впрыска топлива секциями, град.				
			Номинальная	Соотв. началу действия регулятора	Соотв. окончанию действия регулятора			1	2	3	4	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Унифицированные топливные насосы типа 4ТН-8, 5х10 и Л4ТН-8, 5х10																
ЛСТН-48510	СМД-14А	Т-74	850	860-870	950	850	82	54	144	324	234	44	134	314	224	18-20
Л4ТН-8, 5х10Т	СМД-14М	Т74	850	860-870	950	850	82	54	144	324	234	44	134	314	224	18-20
ЛС4ТН-8, 5х10	СМД-14А	Т74	850	860-870	950	850	82	54	144	324	234	44	134	314	224	18-20
ЛСТН-48510В2	СМД-14	ДТ-75	850	860-870	950	850	86	54	144	324	234	44	134	314	224	18-20
ЛСТН-48510В2	СМД-14К	СК-4	850	860-870	950	850	86	54	144	324	234	44	134	314	224	18-20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЛСТН-48510В2	СМД-15К	СК-4	850	860-870	950	850	86	54	144	324	234	44	134	314	224	18-20
ЛС4ТН-8, 5х10Б	СМД-17К	СК-5М «Нива»	950	960-970	1070	950	110	54	144	324	234	44	134	314	224	25-27
ЛС4ТН-8, 5х10Б	СМД-18	СКД-5 «Сибиряк»	950	960-970	1070	950	110	54	144	324	234	44	134	314	224	25-27
Унифицированные топливные насосы типа 4ТН-8, 5х10 с малогабаритным регулятором																
ТН-Д37М	Д-37М	Т-40, Т-40А	775	790-800	900	775	46	51	141	321	231	40	130	311	220	28-30
4ТН-9х10	А-41	ДТ-75М	875	890-900	970	875	94	-	-	-	-	26	116	296	206	29-32
6ТН-9х10	А-01	Т-4, Т-4М	800	810-820	900	800	70	-	-	-	-	293-233	53-113	173	353	28-30
Топливные насосы типа УТН-5																
УТН-5	Д-240	МТЗ-80	800	815	900	800	58	57	147	327	237	47	37	317	227	14-16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
УТН-5	Д-240	МТЗ-80Л	800	815	900	800	58	57	147	327	237	47	37	317	227	14-16
УТН-5	Д-240	МТЗ-82	850	865-875	950	850	64	57	147	327	237	47	37	317	227	14-16
УТН-5	Д-240	МТЗ-82Л	850	865-875	950	850	64	57	147	327	237	47	37	317	227	14-16
37М-УТН-5	Д-144	ЛТЗ-60	800	810-820	910	800	45	57	147	327	237	46	36	316	226	14-16
Прочие типы насосов																
238НБ-1111007	ЯМЗ-238НБ	К-700	850	870-880	980	800	97	35	264	354	219	25	250	340	206	16-20
238НБ-1111007	ЯМЗ-238НБ	К-700	850	870-880	980	800	97	174	309	129	84	160	295	115	70	16-20
4УТННМ-1111005	Д-243	МТЗ-100	1100	1120	1210	1100	66	67	157	337	247	57	147	327	237	26
4УТНИ-Т-1111005	Д245.12	ЗИЛ-5301	1200	1210	1350	1150	104	10	280	100	190	0	270	90	180	22-24
41-16с1А	А-41	ДТ-75М	880	900	995	800	89	10	280	100	190	0	270	90	180	36
33-02	КамАЗ-740	КамАЗ-740	1300	1345	1565	1200	96	316	280	190	55	315	270	180	45	16-20
33-02	КамАЗ-740	КамАЗ-740	1300	1345	1565	1200	96	100	235	145	10	90	225	145	0	16-20
221.1111004-10	СМД-62	Т-150К	1050	1080	1155	1200	120	10	195	-	-	5	185	-	-	23-25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Diesel Kiki-ZEXELVE 4/8	Mazda R2	Автомо-биль Mazda Bongo	2500	2550	2600	2500	4.0	35	264	354	219	25	250	340	206	10-15
Duratec HE	D9B	Автомо-биль Ford Mondeo	3000	3020	3050	3000	3.5	174	309	129	84	160	295	115	70	10-15

Примечание. Для топливного насоса двигателя ЯМЗ-238НБ (трактор К-700) и насоса 6ТН-9х10 (двигатель А-01) углы начала подачи и впрыска топлива, указанные во втором ряду, относятся соответственно к 5, 6, 7, 8-му насосным элементам (секциям)

Отразить в отчете основные теоретические понятия о ремонте топливной аппаратуры дизельных двигателей.
Описать методику ремонта топливной аппаратуры дизельных двигателей.
Сделать заключение о результатах ремонта топливной аппаратуры дизельных двигателей.

Контрольные вопросы:
1. Что входит в комплект дизельной топливной аппаратуры?
2. Ремонт топливных баков и топливопроводов.
3. Ремонт подкачивающего насоса.
4. Ремонт топливного насоса
5. Ремонт форсунок.

Лабораторная работа № 11.

Ремонт масляных насосов автотракторных двигателей

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о технологическом процессе ремонта масляных насосов автотракторных двигателей.

1.2. Изучить технологический процесс ремонта масляных насосов автотракторных двигателей.

1.3. Приобрести навыки выполнения отдельных операций ремонта масляных насосов автотракторных двигателей.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить технологический процесс ремонта масляных насосов автотракторных двигателей (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

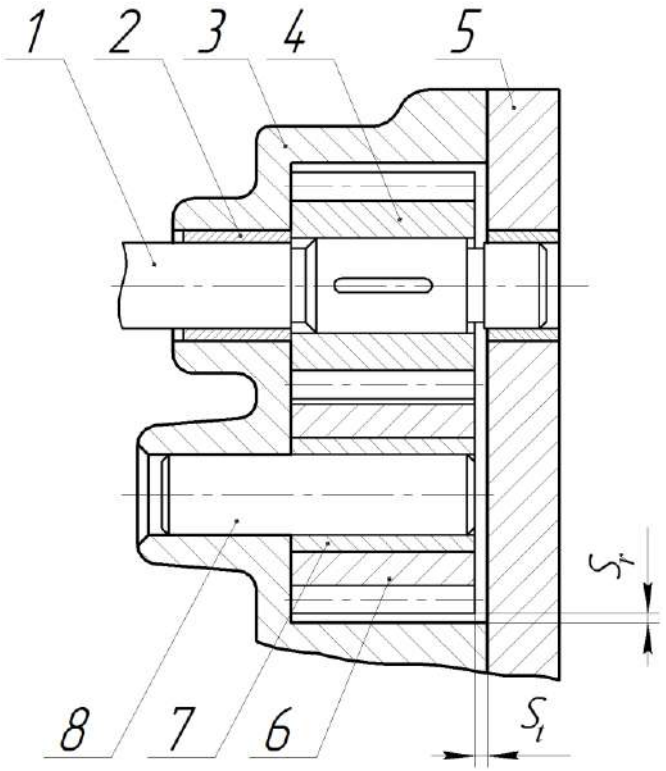
Техническое состояние масляного насоса характеризуется его производительностью при номинальной частоте вращения ведущего валика и рабочем давлении, а также давлении открытия предохранительного клапана.

Определение износов. Перед проверкой и ремонтом масляного насоса его промывают и осматривают снаружи. При осмотре определяют износы деталей и обнаруживают другие повреждения. В приложении приведены технические условия на ремонт масляных насосов.

Насос испытывают на стенде на производительность и давление открытия предохранительного клапана. Вязкость масла пи этом должна соответствовать вязкости картерного масла у прогретого двигателя.

По результатам испытаний судят о необходимости ремонта насоса.

В случае необходимости насос разбирают, моют его детали и выявляют их дефекты и износ. Места сопряжений деталей масляного насоса показаны на рисунке 14.1.



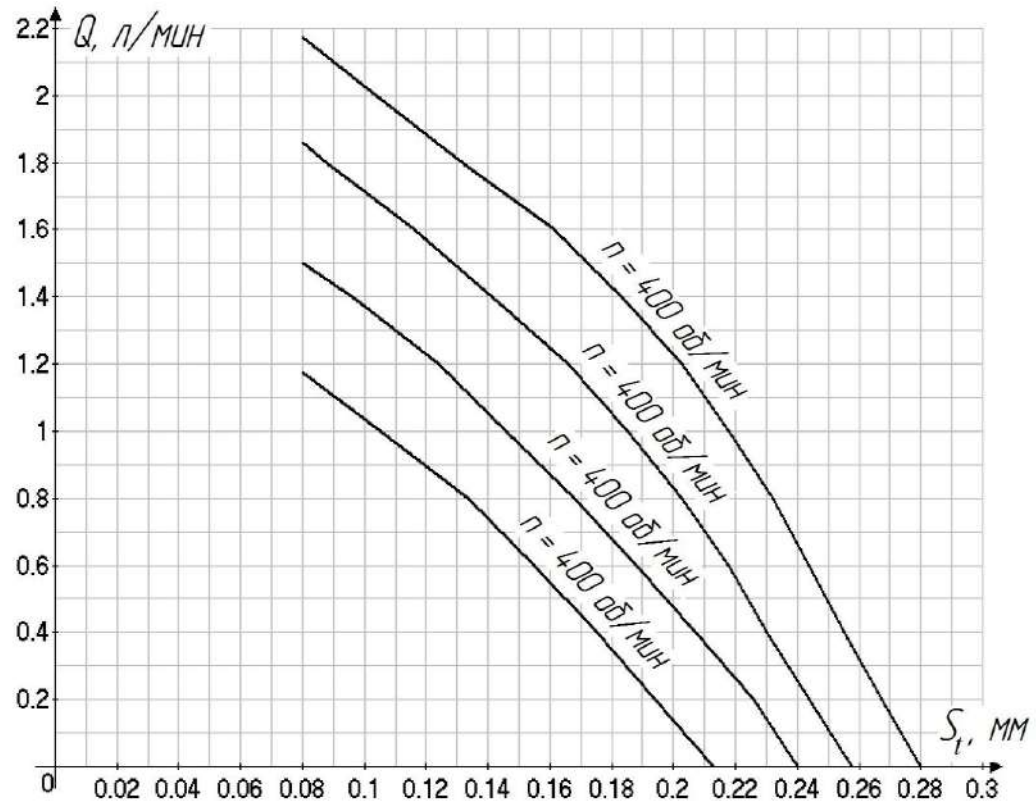
1 – валик ведущей шестерни; 2 – втулка ведущего валика; 3 – корпус; 4 – ведущая шестерня; 5 – крышка; 6 – ведомая шестерня; 7 – втулка оси; 8 – ось ведомой шестерни; S_t – торцевой зазор между шестерней и крышкой; S_r – радиальный зазор между вершиной зуба и корпусом насоса.

Рисунок 14.1. – Масляный насос автотракторного двигателя.

У корпуса масляного насоса изнашиваются поверхности в местах сопряжения с торцами шестерён и стенки гнёзд в местах сопряжения с вершинами зубьев шестерён, места посадки втулки ведущего валика и оси ведомой шестерни.

Кроме того, изнашивается гнездо предохранительного клапана, повреждается резьба, образуются трещины в корпусе и крышке насоса.

При износе корпуса резко снижается производительность насоса (рисунок 14.2).



Q – производительность насоса; S_t – торцевой зазор.

Рисунок 14.2. – Влияние торцевого зазора на производительность насоса

Износ деталей предохранительного клапана приводит к нарушению его герметичности и снижению давления открытия.

У крышки изнашивается привалочная поверхность и сопряжение втулки с крышкой.

У ведущей и ведомой шестерён изнашиваются торцы и зубья по высоте и толщине. При износе шестерён по торцам и зубьев по высоте уменьшается производительность масляного насоса. Износ зубьев по толщине на производительность масляного насоса существенного влияния не оказывает.

Износ наружной поверхности втулок насоса приводит к ослаблению их посадки в корпусе и ведомой шестерне, а износ внутренней поверхности – к увеличению зазора между втулками, ведущим валиком и осью ведомой шестерни.

Несвоевременное устранение этой неисправности может быть причиной аварийного износа гнёзд корпуса и выхода насоса из строя.

Ось ведомой шестерни изнашивается в местах сопряжения с корпусом и втулкой ведомой шестерни.

Ведущий валик масляного насоса изнашивается в местах сопряжения со втулками, что приводит к росту интенсивности изнашивания корпуса и шестерни. У валика изнашиваются также шлицы и шпоночные канавки.

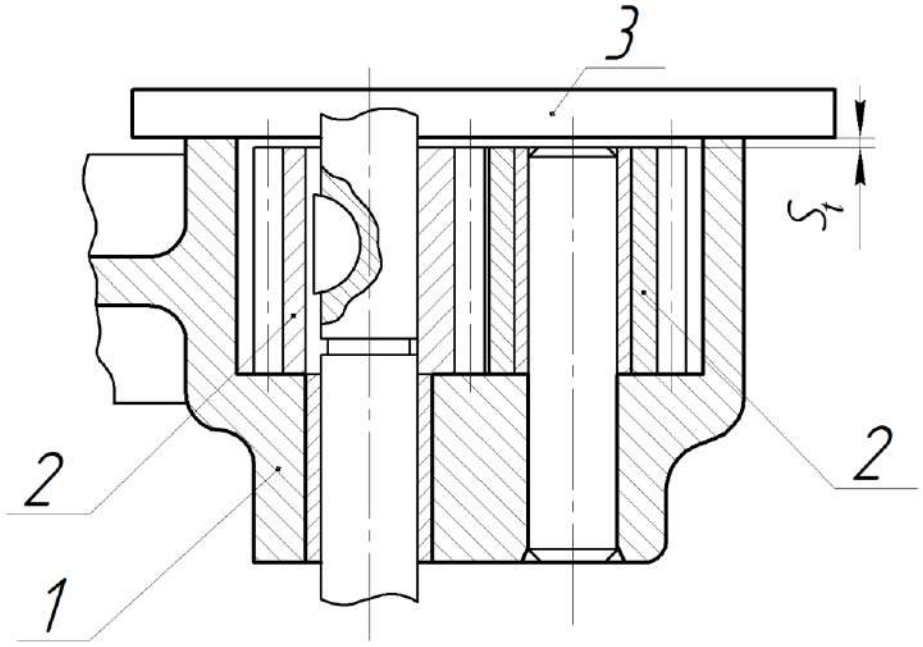
На поверхностях предохранительных клапанов во время эксплуатации появляются риски, задиры, местные износы, вследствие чего нарушается герметичность клапана. Отложение на клапане смолистых веществ приводит к его залеганию.

На клапанах шарикового типа появляются кольцевые выбоины и риски. Витки пружины клапанов при длительной работе подвергаются усталостному изнашиванию, что приводит к потери их упругости, а иногда и к поломке.

Устранение износов. Износ поверхности корпуса, сопрягаемой с крышкой, устраняют шлифовкой или припиливанием с последующим шабрением.

Неплоскостность торцевой поверхности измеряют при помощи плиты и щупа.

Утопание нагнетательных шестерён относительно торцевой поверхности измеряют при помощи линейки и щупа (рисунок 14.3).



1 – корпус насоса; 2 – шестерня; 3 – проверочная линейка; S_t – зазор;

Рисунок 14.3. – Проверка утопания шестерён в корпусе насоса.

Наибольшую трудность представляет восстановление изношенных колодцев корпуса насоса. Колодцы восстанавливают меднением, никелированием, наплавкой меди или латуни, эпоксидными смолами, а также расточкой гнёзд с последующей запрессовкой вкладышей.

Расточка гнёзд с последующей постановкой вкладышей наиболее простой способ восстановления корпуса.

Изношенные отверстия под втулку валика и ось шестерни развёртывают и в них запрессовывают втулку увеличенного размера.

Посадочное место шариковых клапанов восстанавливают зенкованием до выведения следов износа с последующей осадкой шарика по гнезду.

Изношенные клапаны плунжерного типа восстанавливают притиркой.

Трещины, обнаруженные в корпусе, заваривают сваркой или запаивают твёрдыми припоями.

Крышку масляного насоса с изношенной торцевой поверхностью шлифуют или припиливают и затем шабрят. Отверстие под втулку развёртывают и в него запрессовывают втулку увеличенного размера.

Втулки с изношенной наружной поверхностью восстанавливают осадкой в корпусе или крышке. При износе внутренней поверхности втулки обычно выбраковывают.

Изношенные оси и валики восстанавливают наплавкой с последующей проточкой и шлифованием шеек, а также фрезерованием шлицев.

У маслоприёмника насоса может быть оборвана и повреждена сетка, а также нарушена плотность соединения его с корпусом масляного насоса.

Порванные места сетки запаивают. При этом общая площадь запайки не должна превышать 10%.

У привода масляного насоса изнашиваются втулки кронштейнов, валики и соединительные муфты. Изношенные детали восстанавливают обычными способами.

Сборка и испытание масляных насосов. Все детали и каналы перед сборкой должны быть тщательно прочищены, промыты и продуты.

Высота шестерён, устанавливаемых на один насос или в каждую его секцию, должна быть одинаковой.

Крышка насоса должна плотно прилегать к корпусу по всей плоскости. У собранного масляного насоса валик должен свободно проворачиваться от руки, а плунжер предохранительного клапана – перемещаться в гнезде под действием собственной массы.

Собранный насос подвергают обкатке и испытанию на стенде. На стенде можно плавно регулировать частоту вращения валиков различных масляных насосов при помощи вариатора в пределах от 600 до 3000 об/мин. В нижний бак заливают смесь 61,5% автола и 38,5% керосина или 50% дизельного масла ДП-11 и 50% дизельного топлива. Вязкость смеси при температуре 16…20°С соответствует вязкости масла в прогретом двигателе. Давление рабочей жидкости регулируют вентилем, с помощью которого изменяют проходное сечение на выходе рабочей жидкости в мерный бак.

Сначала производят обкатку насоса в течение 10 минут. В первые 4 минуты постепенно повышают обороты от равных половине рабочих до рабочих, а давление от нуля до рабочего. В остальное время обкатка ведётся на рабочих оборотах при рабочем давлении на выходе масла. Если при обкатке не обнару-

живают дефекты (нагрев, заедание, шум и т.п.), то насос подвергают испытанию на производительность.

При испытании насоса устанавливают частоту вращения ведущего вала, соответствующую номинальной частоте вращения коленчатого вала (таблица П6). Завёртыванием вентиля уменьшают сечение проходного отверстия для рабочей жидкости и повышают давление до величины, соответствующей срабатыванию предохранительного клапана (таблица 14.5). При этом из отверстия, перекрываемого клапаном, должна вытекать сильная струя рабочей жидкости. При необходимости проводят регулировку, изменяя нажатие пружины вращением регулировочного винта или постановкой прокладок под пружину.

Одновременно проверяют отверстие подтекания рабочей жидкости через втулки, между крышкой и корпусом насоса. Затем снижают давление жидкости до величины, равной рабочему давлению (таблица 14.6), закрывают спускной вентиль мерного бака и определяют количество рабочей жидкости, подаваемой в бак за 1 минуту, по шкале маслоуказателя. Производительность насоса должна соответствовать ТУ (таблица 14.6). Если производительность насоса меньше минимально допустимой, то насос подлежит ремонту.

Стенд универсальный КИ-5278 для испытания масляных насосов и фильтров автотракторных двигателей

Назначение

Стенд КИ-5278 предназначен для испытания и обкатки масляных насосов и фильтров и испытания клапанов системы смазки следующих марок двигателей и их модификаций: Д–50, Д–240/Л, Д–243, Д–245, СМД–60, СМД–62, СМД–64, СМД–66, СМД–72, СМД–73, А–41, А–01М, ЯМЗ–238НБ, ЯМЗ–240Б, ЯМЗ–238.

Таблица 14.1- Технические данные

Тип	стационарный
Пределы измерения производительности испытываемых агрегатов, л/мин	10…80
Точность измерения производительности, %	±3
Пределы измерения давления: a) насосов b) фильтров и центрифуг	 0,5…15 0,5…9
Точность измерения давления, %: a) в диапазоне от 2 до 15 МПа b) в диапазоне от 0,5 до 2 МПа	 ±5 ±10

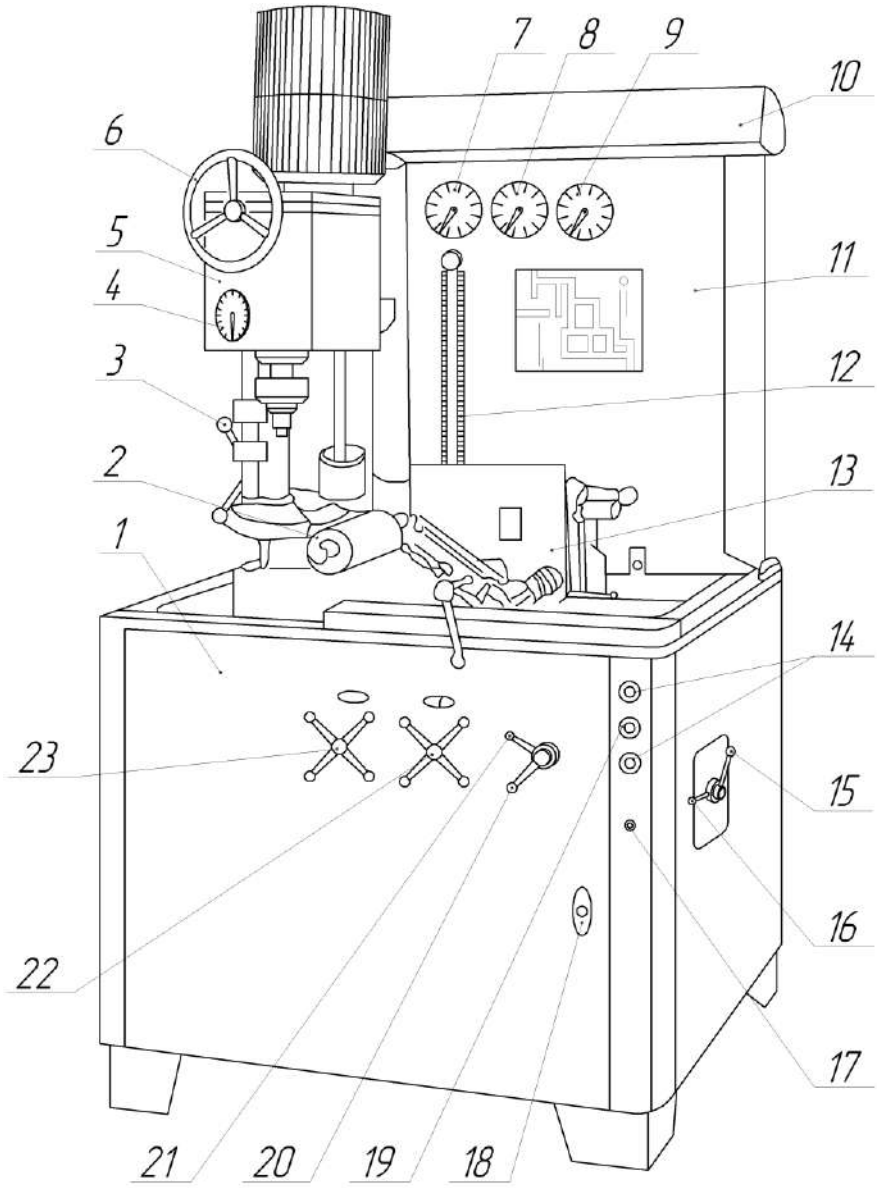
Пределы измерения частоты вращения ротора центрифуги виброприбором КИ-1308В, об/мин	4000…7000
Привод	Вариатор (фрикционная пара чугун-текстолит)
Вертикальное перемещение вариатора, мм	90
Ёмкость заборного бака, л	150
Максимальный объём мерной ёмкости, л	50
Продолжительность замера производительности, сек	30
Способ замера	автоматический
Пределы измерения частоты вращения шпинделя, об/мин	600…3000
Регулирование частоты вращения шпинделя	бесступенчатое
Направление вращения шпинделя	реверсивное
Электродвигатель:	
Тип	АОЛ2-31-4/2
Частота вращения, об/мин	1450/2850
Мощность, кВт	1,8/2,3
Масса (без масла), кг	700

Устройство и принцип работы стенда

Стенд является контрольно-испытательным устройством для испытания насосов и фильтров тракторных и комбайновых двигателей на производительность и развиваемое давление. Позволяет производить обкатку насосов на различных заданных режимах от 600 до 3000 об/мин, при производительности от 0,8 до 10 МПа испытание производительности в пределах 80 л/мин.

Стенд (рисунок 14.4) состоит из следующих основных узлов и деталей: остов 1 с заборным баком, гидрораспределителем и шкафом электрооборудования; мерный бак со щитком приборов 11 и золотниковым устройством; станина с подъёмным механизмом 3; вариатор 5 с электродвигателем; муфта; плита установки фильтров 13; плита для установки насосов 2; лампа 10; тумбочка для хранения комплектов приспособлений для испытания насосов и фильтров двигателей.

Передача крутящего момента к испытуемому насосу от электродвигателя осуществляется через конусный вариатор 5 и цилиндрическую передачу на эластичную муфту. От цилиндрической косозубой шестерни осуществляется привод тахометра и механизма для подключения контрольного тахометра.



1 – остов стенда; 2 – плита для насосов; 3 – рукоятка механизма подъёма вариатора; 4 – тахометр; 5 – вариатор; 6 – маховичок для регулирования оборотов привода; 7 – манометр для измерения давления при испытании масляных насосов, клапанов насосов и фильтров и давления на входе в испытуемый фильтр; 8 – манометр для измерения давления за фильтром; 9 – манометр для измерения давления над клапанами фильтров; 10 – освещение приборов; 11 – щит приборов; 12 – указатель производительности испытуемых масляных насосов и фильтров; 13 – плита для фильтров; 14 – кнопки управления приводом; 15 – рукоятка переключения скоростей электродвигателя привода; 16 – рукоятка переключателя направления вращения привода; 17 – включатель устройства автоматического поддержания заданной температуры масла в стенде; 18 – кнопка включения стенда в электрическую сеть; 19 – кнопка включения механизма автоматического замера производительности испытуемых масляных насосов и фильтров; 20 – рукоятка для присоединения плиты фильтров к гидравлической системе стенда; 21 – рукоятка сливного крана мерного бака; 22 – рукоятка магистрального вентиля; 23 – рукоятка разгрузочного вентиля.

Рисунок 14.4. – Универсальный стенд КИ-5278 для испытания масляных насосов и фильтров.

Обкаточная смесь, подаваемая насосом в напорную магистраль стенда, может проходить по двум схемам: минуя плиту фильтров, через дроссель в заборный бак, или через второй дроссель и золотниковое устройство.

Остов стенда представляет собой рамную конструкцию коробчатого типа, на который монтируются заборный бак ёмкостью 150 литров, верхняя плита и шкаф электрооборудования.

На верхней плите остова монтируются гидрораспределитель, колонка с вариатором, плита фильтров, мерный бак и шит приборов.

Мерный бак представляет собой сливной кран, ручка управления которого выведена на панель остова стенда.

Щит приборов выполнен из листового материала, на котором закреплены манометры и мерная трубка со шкалой, показывающая производительность агрегатов в минуту.

Передняя стенка щита приборов имеет съёмную панель (для удобства обслуживания).

Колонка представляет собой литую из серого чугуна конструкцию коробчатого типа, на которой крепятся направляющая для передвижения вариатора и механизм подъёма вариатора, выполненный в виде пары винт-гайка.

Вариатор состоит из асинхронного электродвигателя переменного тока, самого вариатора конусного типа (фрикционная пара текстолит-чугун), механизма перемещения ведущего диска относительно ведомого, механизма для замера частоты вращения шпинделя контрольным тахометром. На вариаторе установлен тахометр 8ТМЗ-0 и шкала для предварительной настройки частоты вращения.

Внимание! Во избежание задиров на текстолитовом диске настройку частоты вращения шпинделя производить только при работающем электродвигателе стенда.

Крутящий момент от вариатора насосу передаётся через муфту.

Плита для установки фильтров, снабжённая масляными каналами, для удобства работы фиксируется в горизонтальном, вертикальном и промежуточном (угол 45°) положениях.

Цельнолитая плита насосов изготавливается из серого чугуна, насосы на ней закрепляются с помощью зажимов. В зависимости от марки насоса плита устанавливается в вертикальном или горизонтальном положении.

Гидравлическая система стенда включает в себя следующие узлы и детали: заборный бак, всасывающий маслопровод, плиту для установки насосов 2, распределитель, плиту фильтров 13, магистральный фильтр, золотниковое устройство, мерный бак, мерную трубу, манометры 7, 8, 9, сливной кран 21.

Гидравлическая схема стенда с помощью кранов распределителя настраивается на испытание масляных насосов и их клапанов или на испытание фильтров и отдельных клапанов.

В первом случае масло из заборного бака направляется в мерный, минуя плиту фильтров, во втором случае через плиту фильтров.

В масляную магистраль последовательно включены магистральный фильтр и дроссель распределителя, с помощью которого регулируется давление в системе при испытании насосов, клапанов и полнопоточных центрифуг.

Давление при испытании масляных насосов измеряется манометром 7.

В систему параллельно подключен дроссель распределителя, которым регулируется давление при испытании клапанов масляных фильтров и отдельных клапанов системы смазки двигателей.

Производительность масляных насосов или полнопоточных центрифуг замеряется следующим образом: электромагнитом золотник переключает поток масляной смеси в мерный бак на 30 секунд, затем после отключения электромагнита на мерной трубке устанавливают уровень смеси в мерном баке, и по шкале определяется производительность агрегата.

Для контроля за температурой смеси стенд оборудован электроконтактным термометром со шкалой.

Порядок работы на стенде при испытании насоса

Исходное положение перед включением стенда для работы с нагрузкой:

1. Положение вариатора должно соответствовать минимальной частоте вращения шпинделя (настраивается до установки насоса на стенд при холостых включениях по тахометру стенда и установочной шкале).

Внимание! Вращение маховика управления вариатором производить только при включённом двигателе.

2. Положение ручки 21 управления сливным краном должно быть вертикальное: слив из бака открыт.

3. Положение ручки 22 управления распределителем крайнее левое “Плита фильтров закрыта”.

4. Маховики управления дросселями должны быть вывернуты в крайнее положение против часовой стрелки.

Управление в исходном положении:

1. Включить стенд, кнопка 18.

2. Вращением маховика 6 установить обороты вала насоса по тахометру 4.

3. Дроссель, вращением рукоятки по часовой стрелки до упора, закрыть.

4. Дросселем установить необходимое давление.

5. Уточнить частоту вращения шпинделя контрольным тахометром.

6. Ручку 21 управления сливным краном перевести в горизонтальное положение (закрыто).

7. Нажать на кнопку 19 (производительность).

После того как отключится электромагнит золотника, необходимо дождаться, когда уровень в мерной трубке прекратит расти.

8. Снять показания производительности насоса.

9. Открыть сливной кран.

10. Вращением маховика 6 перевести обороты шпинделя к минимальным.

11. Перевести маховички дросселем в крайнее положение против часовой стрелки.

12. Выключить электродвигатель.

Исследование влияния торцевого и радиального зазоров на производительность масляного насоса двигателя Д–50

При практической эксплуатации масляных насосов, наибольшее влияние на производительность оказывают торцевой и радиальный зазоры. Обычно у насосов, бывших в эксплуатации, эти два вида зазоров (износов) сопутствуют друг друга. Исследование влияния этих зазоров на производительность насоса представляет сложную задачу.

Для упрощения такого исследования делаются допущения:

1. Исследуется производительность масляного насоса в зависимости от изменяющегося радиального зазора, при неизменном номинальном значении торцевого зазора.

2. Исследуется влияние изменяющегося торцевого зазора, при неизменном значении номинального радиального зазора, на производительность масляного насоса.

По полученным данным строятся графики, по которым можно судить о предельно допустимых зазорах, как радиального, так и торцевого, при минимально допустимой производительности насоса.

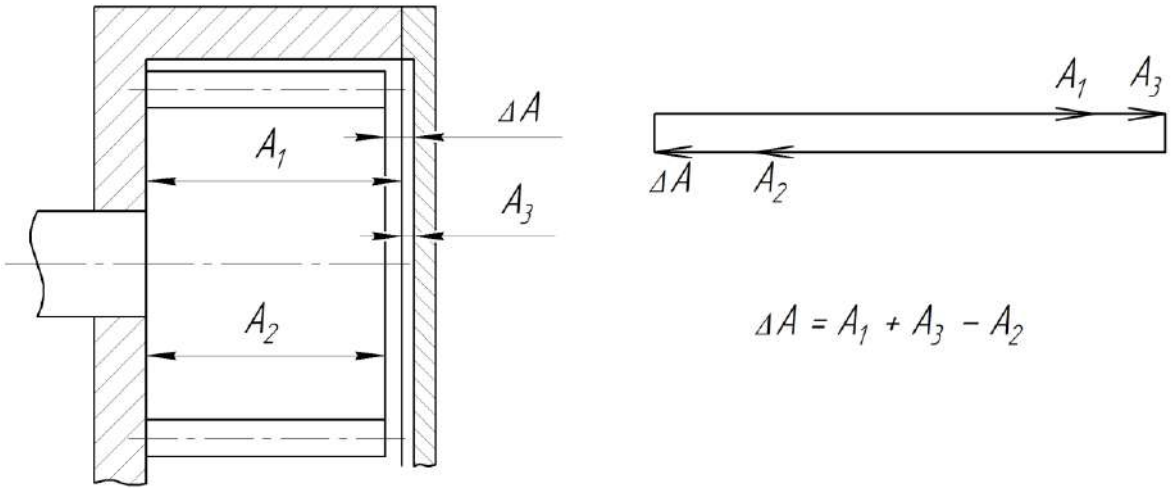
Для проведения такого исследования берётся новый масляный насос с набором 5 ведомых шестерён, соответствующим номинальным размерам.

Пара неизношенных ведущей и ведомой шестерён считается идеальной. Две ведомые шестерни обрабатываются, с целью получения различных торце-

вых зазоров, при нормальном радиальном зазоре. Ещё две шестерни обрабатываются, с целью получения различных радиальных зазоров, при неизменном номинальном значении торцевого зазора. Этот комплект шестерён нумеруется.

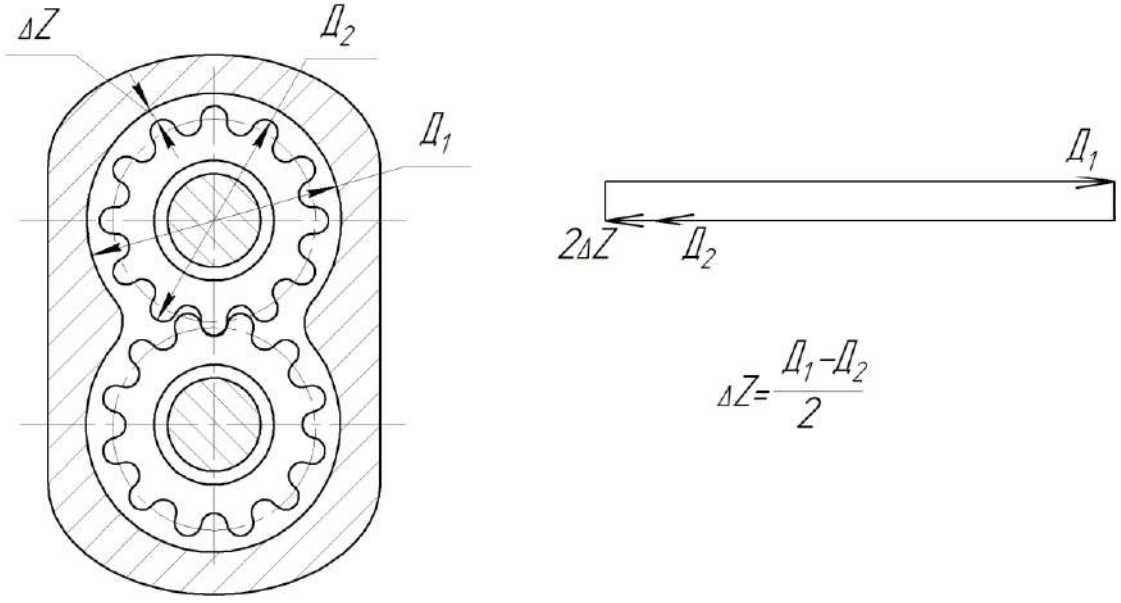
В результате получается набор шестерён с различными геометрическими погрешностями.

Для построения графика зависимости производительности от торцевого и радиального зазора необходимо определить зазоры, получаемые при данном наборе шестерён (рисунок 14.1). Применяется метод размерных цепей (рисунок 14.5 и 14.6).



A_1 – глубина гнезда; A_2 – ширина шестерни; A_3 – выработка в крышке; ΔA – торцевой зазор.

Рисунок 14.5. – Эскиз насоса и размерная цепь для определения торцевого зазора.



$Д_1$ – диаметр колодца; $Д_2$ – диаметр шестерни; ΔZ – радиальный зазор.

Рисунок 14.6. – Эскиз насоса и размерная цепь для определения радиального зазора.

Данные по влиянию погрешностей геометрических параметров шестерён на производительность масляного насоса заносятся в таблицу 14.2.

Таблица 14.2. – Влияние погрешностей геометрических параметров шестерён на производительность масляного насоса.

№ п/п	Размер ведомой шестерни, мм		Погрешность зазора, мм		Производительность, л/мин
	по толщине	по диаметру	торцевой	радиальный	
1	Номинальный	Номинальный	0	0	Q_1
2	A_2’	Номинальный	ΔA’	0	Q_2
3	A_2’’	Номинальный	ΔA’’	0	Q_3
4	Номинальный	$Д_2$’	0	ΔZ’	Q_4
5	Номинальный	$Д_2$’’	0	ΔZ’’	Q_5

На основании полученных данных строятся графики зависимости производительности масляного насоса от торцевого и радиального зазоров (рисунок 14.7 и 14.8).

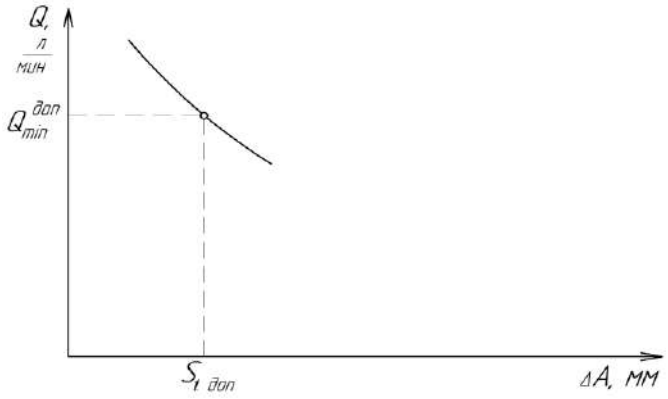


Рисунок 14.7. – Зависимость производительности масляного насоса от торцевого зазора.

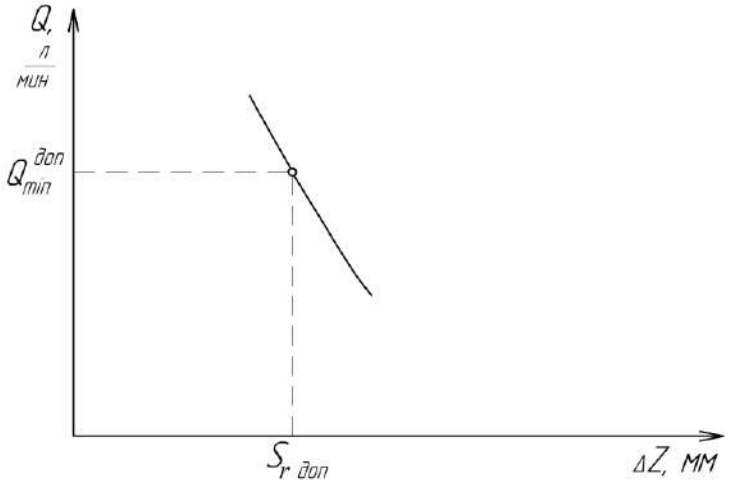


Рисунок 14.8. – Зависимость производительности масляного насоса от радиального зазора.

По полученным графикам, при минимально допустимой производительности насоса $Q_{\min}^{доп}$, определяются допустимые зазоры (торцевой $S_{T\,доп}$ и радиальный $S_{\tau\,доп}$).

Таблица 14.3. – Осевое перемещение валиков масляных насосов (торцевой зазор).

Марка двигателя	Осевое перемещение валика, мм	
	номинальное	допустимое
ЯМЗ–238НБ	0,165–0,151	0,25
А–41, А–01М	0,100–0,174	0,30
СМД–60, СМД–62, СМД–64	0,070–0,155	0,28
СМД–14 и его модификации	0,025–0,150	0,25
Д–240, Д–240Л, Д–243, Д–245	0,060–0,135	0,21

Таблица 14.4. – Сопряжения шестерён масляных насосов с гнёздами корпусов.

Мака двигателя	Секция насоса	Глубина гнёзд для нагнетающих шестерён, мм		Высота нагнетающих шестерён, мм		Утопание шестерён в корпусе насоса, мм	
		нормальная	допустимая	нормальная	допустимая	нормальное	допустимое
ЯМЗ–238НБ	Нагнетающая	$55^{+0,046}$	55,07	$55^{-0,065}_{-0,105}$	54,87	0,065–0,151	0,20
	Радиаторная	$10^{+0,022}$	10,05	$10^{-0,035}_{-0,060}$	9,91	0,035–0,082	0,10
А–41, А–01М	Нагнетающая	$40^{+0,039}$	40,08	$40^{-0,100}_{-0,135}$	39,83	0,100–0,174	0,25
	Радиаторная	$12^{+0,027}$	12,10	$12^{-0,085}_{-0,110}$	11,80	0,085–0,137	0,25
СМД–60, СМД–62, СМД–64, СМД–66, СМД–72, СМД–73	Главная	$40^{+0,070}_{+0,020}$	40,10	$40^{-0,050}_{-0,085}$	39,9	0,070–0,155	0,20
	Радиаторная	$10^{+0,070}_{+0,020}$	10,10	$10^{-0,035}_{-0,060}$	9,92	0,055–0,130	0,15
	Насос предпусковой прокачки масла	$14^{+0,035}$	14,06	$14^{-0,016}_{-0,033}$	13,94	0,016–0,068	0,10
Д–240, Д–243, Д-245	–	$28^{+0,040}$	28,05	$28^{-0,060}_{-0,095}$	27,89	0,060–0,135	0,16

Таблица 14.5. – Сопряжения корпусов масляных насосов и нагнетающих шестерён.

Марка двигателя	Диаметр гнёзд нагнетающих шестерён секций насоса, мм		Диаметр нагнетающих шестерён секций насоса, мм		Зазор между вершинами зубьев и корпусом секций насоса, мм	
	номинальный	допустимый	номинальный	допустимый	номинальный	допустимый
ЯМЗ–240Б	$47{,}25^{+0{,}05}_{+0{,}01}$	47,33	$47{,}09^{-0{,}025}_{-0{,}050}$	47,03	0,195–0,260	0,30
ЯМЗ–238	$43^{+0{,}050}$	43,075	$42{,}9^{-0{,}025}_{-0{,}050}$	42,825	0,125–0,200	0,25
А–41, А–01М	$43^{+0{,}050}$	43,075	$42{,}85^{-0{,}025}_{-0{,}050}$	42,775	0,175-0,250	0,25
СМД–60, СМД–62, СМД–64, СМД–66, СМД–72, СМД–73	$51^{+0{,}060}$	51,08	$50{,}9^{-0{,}025}_{-0{,}050}$	50,835	0,125–0,210	0,25
	Насос предпусковой прокачки масла					
	$35^{+0{,}050}$	35,10	$35^{-0{,}075}_{-0{,}115}$	34,85	0,075–0,165	0,25
Д–240, Д–240Л, Д–243, Д–245	$12{,}25^{+0{,}160}_{+0{,}075}$	42,45	$42{,}25^{-0{,}050}_{-0{,}085}$	42,15	0,125–0,245	0,30

Таблица 14.6. – Сопряжения валиков масляных насосов и втулок подшипников.

Марка двигателя	Валики насосов	Диаметр втулок под шейки валиков насосов, мм		Диаметр шеек валиков насосов, мм		Зазор в подшипниках валиков насосов, мм	
		номинальный	допустимый	номинальный	допустимый	номинальный	допустимый
ЯМЗ–238НБ	Ведущий валик и ось ведомых шестерён	$16^{+0{,}060}_{+0{,}030}$	16,09	$16^{-0{,}008}_{-0{,}016}$	15,97	0,036-0,078	0,12
А–41, А–01М	– – –	$16^{+0{,}060}_{+0{,}030}$	16,09	$16_{-0{,}012}$	15,97	0,030–0,072	0,12
СМД–60, СМД–62, СМД–64, СМД–66,	Шейки ведущей и ведомой шестерён	$22^{+0{,}023}$	22,05	$22^{-0{,}020}_{-0{,}040}$	21,94	0,020–0,063	0,11

СМД–72, СМД–73	Валик насоса прокачки масла	$15^{+0,019}$	15,04	$15^{-0,020}_{-0,055}$	14,92	0,030–0,074	0,12
Д–240, Д–240Л, Д–243, Д–245	– – –	$18^{+0,060}_{+0,030}$	18,08	$18_{-0,012}$	17,96	0,030–0,072	0,12

Таблица 14.7. – Показатели регулирования клапанов масляных насосов.

Марка двигателя	Клапан	Давление открытия клапана, МПа
ЯМЗ–238НБ	Редукционный нагнетающей секции	0,7…0,8
	Предохранительный радиаторной секции	0,08…0,12
А–41, А–01М	Редукционный нагнетающей секции	0,7…0,8
	Предохранительный радиаторной секции	0,25…0,32
СМД–60, СМД–62, СМД–64, СМД–66, СМД–72, СМД–73	Редукционный главной секции	0,9…0,95
	Предохранительный радиаторной секции	0,25…0,3
	Перепускной насоса предпусковой прокачки масла	1,0…1,4
	Обратный насоса предпусковой прокачки масла	0,04…0,05
Д–240, Д–48	Редукционный	0,95…1,00

Таблица 14.8. – Основные показатели масляных насосов при испытании и регулировке.

Марка двигателя	Секция насоса	Номинальная частота вращения валика насоса, об/мин	Давление в магистрали, МПа	Производительность, л/мин	
				Номинальная, не менее	допустимая, не менее
ЯМЗ–238НБ	Нагнетающая	3100	0,45–0,55	140	135
	Радиаторная	3100	0,04–0,06	25	23
А–41, А–01М	Нагнетающая	3100	0,5–0,6	105	95
	Радиаторная	3100	0,18–0,22	30	27
СМД–60, СМД–62, СМД–64,	Главная	1870	0,75–0,8	70	67
	Радиаторная	1870	0,15–0,2	18,5	17

СМД–66, СМД–72, СМД–73	Насос предпус-ковой прокачки масла	2080	0,4–06	13	10
Д–240	–	2320	0,7–0,75	36	33
Д–50	–	2800	0,7-0,75	40	36

7. Задание студенту

5. Задание студенту

5.1. Отразить в отчете основные теоретические понятия о ремонте масляных насосов автотракторных двигателей.

5.2. Описать методику ремонта масляных насосов автотракторных двигателей.

Нарисовать эскиз масляного насоса (рисунок 14.1).

Указать основные дефекты масляного насоса и способы их устранения.

Дать краткое описание устройства и принципа работы испытательного стенда КИ-5278.

Провести экспериментальные исследования по влиянию торцевого и радиального зазоров на производительность масляного насоса.

Построить графики зависимости производительности масляного насоса от погрешностей торцевого и радиального зазоров. Определить допустимые зазоры.

5.3 Сделать заключение о результатах ремонта масляного насоса автотракторных двигателей.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные неисправности и дефекты масляных насосов.

2. Перечислите основные способы устранения дефектов и неисправностей масляных насосов. Дайте их краткую характеристику.

3. Какое оборудование используется для проверки масляных насосов. Дайте его краткое описание и расскажите о принципе его действия.

4. Как связаны торцевой и радиальный зазоры с производительностью масляного насоса?

5. Дайте краткую характеристику порядка работы со стендом при испытании масляного насоса.

Лабораторная работа № 12.

Ремонт силовой передачи

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о технологическом процессе ремонта силовой передачи.

1.2. Изучить технологический процесс ремонта силовой передачи.

1.3. Приобрести навыки выполнения отдельных операций ремонта силовой передачи.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить технологический процесс ремонта силовой передачи (описание работы, п.4)

2.2. Оформить отчет по работе.

3. Техника безопасности.

3.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

3.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

3.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4. Описание работы

4.1. Оборудование и приборы.

4.1.1. Коробка перемены передач трактора К-701 и натурные детали силовой передачи автотракторной техники.

4.1.2. Приспособление для контроля радиального зазора подшипников качения.

4.1.3. Приспособление ПБ-500 для контроля биения деталей в центрах.

4.1.4. Набор мерительного инструмента: штангензубомер, индикаторный нутромер, микрометры гладкие, штангенциркуль, шаблоны для контроля толщины шлицев.

4.2. Порядок выполнения работы.

4.2.1. Изучить основные неисправности и способы восстановления деталей силовой передачи автотракторной техники (корпусных деталей, шлицевых валов, осей, шестерен, подшипников качения).

4.2.2. Описать основные дефекты картера коробки передач автомобиля (по указанию преподавателя) и описать технологию устранения следующих дефектов:

- износ отверстий под подшипники.
Способ восстановления: постановка дополнительной ремонтной детали
_____
_____
_____
_____
_____

Способ восстановления: местное железнение
_____
_____
_____
_____
_____

Способ восстановления: нанесение на изношенную поверхность полимерных материалов _____
_____
_____
_____
_____
_____

- трещины на корпусных деталях
Способ восстановления (ремонта): сварка – пайка _____
_____
_____
_____
_____

Способ восстановления: применение паст на основе эпоксидной смолы
_____
_____
_____
_____

4.2.3. Описать основные дефекты шлицевых валов, осей, шестерен и описать технологию устранения следующих дефектов:
Технология устранения изогнутости валов и осей _____

_____
_____
_____
Технология восстановления шлицевых поверхностей валов _____
_____
_____
_____
Технология восстановления резьбовых поверхностей на валах _____
_____
_____
_____
4.2.4. Описать основные дефекты подшипников качения и технологии контроля их состояния. Результаты занести в таблицу и сделать заключение о годности подшипников (форма таблицы для записи результатов измерений представлена на стенде «Ремонт силовой передачи»)_____
_____
_____
4.2.5. Описать технологию регулировки зацепления ведущей и ведомой шестерен главной передачи ведущего моста автомобиля (трактора). Дать рисунок расположения пятна контакта на поверхности зубьев при правильной регулировке зацепления _____
_____
_____
4.2.6. Режимы обкатки силовых агрегатов после капитального ремонта _____
_____
_____
_____

4.3. Оформление работы и защита её у преподавателя.

5. Задание студенту
5.1. Отразить в отчете основные теоретические понятия о ремонте силовой передачи.
5.2. Описать методику ремонта силовой передачи.
5.3 Сделать заключение о результатах ремонта силовой передачи.

Контрольные вопросы:

1. Опишите основные неисправности силовых передач.
2. Опишите основные дефекты деталей силовых передач.

3. Дайте краткую характеристику типового технологического процесса текущего и капитального ремонта силовой передачи.
4. Какие способы восстановления деталей силовой передачи вы знаете? Какие из них нашли наиболее широкое применение?
5. Опишите основные дефекты подшипников качения и технологии контроля их состояния.
6. Какие основные регулировки осуществляются в силовых передачах? Кратко опишите технологию их осуществления.
7. Дайте краткую характеристику режимов обкатки силовых передач после капитального ремонта.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Технология ремонта машин: Учебник для вузов – под ред. Е.А. Пучина. М.: Колос, 2011. - 488 с.

2. Синельников А.Ф. Основы технологии производства и ремонт автомобилей. – М.: Академия, 2011. – 320 с.

3. Ремонт автомобилей и двигателей: Учебник/ Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. – М.: Мастерство; издат. центр «Академия», 2002. – 496 с.

4. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов: Учебник. / Под ред. Зорина В.А. – М.: Мастерство, 2001. – 512 с.

5. РТМ 10.0024-94. Порядок разработки и оформления технологической документации на ремонт сельскохозяйственной техники и восстановление изношенных деталей. – М.: Информагротех, 1995.

6. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; под редакцией В.В. Курчаткина. – М.: Колос,2000 – 776 с. с ил. (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений).

7. Емелин В.И. Восстановление деталей и узлов машин. Учебное пособие 2-е изд. перераб. и доп. Красноярск, ИПУ КГТУ, 2005. – 376 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Межремонтная наработка и периодичность технического обслуживания тракторов

Марка трактора	Наработка в у.э.га до проведения		Периодичность проведения технического обслуживания*		
	ТР	КР	ТО-1	ТО-2	ТО-3
ДТ-75К	2456	7368	77,0(160)	310(640)	1240(1290)
Т-70С	1780	5350	60,(131)	250(520)	1000(1046)
К-701	6200	18600	195,0(406)	780(1625)	3120(3245)
Т-150К	3840	11520	120(250)	480(1000)	1920(1997)
МТЗ-80(82)	1680	5040	52(108)	210(437)	840(874)
Т-40М, Т-40М	1200	3600	37,0(77)	150(312)	600(624)
Т-25А1	736	2208	23(48)	92(192)	368(388)
Т-16М	520	1560	16,0(33)	64(132)	256(266)

* в скобках периодичность проведения ТО (ТО-1, ТО-2, ТО-3) дана для тракторов выпуска после 1 января 1982г.

Приложение Б

Трудоемкость ремонта и технического обслуживания тракторов в мастерских коллективных хозяйств

Марка тракторов	Трудоемкость в чел.-ч. проведения				
	КР	ТР	ТО-1	ТО-2	ТО-3
ДТ-75М	393	284	3,0	10,4	26,0
Т-70С	343	217	1,4	4,7	25,0
К-701	720	396	2,5	11,6	28,0
Т-150К	591	323	1,0	7,5	47,0
МТЗ-80(82)	317	180	2,1	7,7	22,0
Т-25А1	208	129	2,3	3,1	12,0
Т-16М	188	90	1,0	3,0	8,5

Приложение В

Нормативы на ремонт зерноуборочных комбайнов

Марка комбайна	Наработка до ремонта, физических га		Трудоемкость ремонта в мастерских, в чел.-ч.		Среднегодовой коэффициент охвата капитальным ремонтом
	КР	ТР	КР	ТР	
СК-5 «Нива»	1150	380	570	165	0,17
ДОН-1500	2300	770	800	250	0,17

Приложение Г

Нормативы на ремонт специальных комбайнов и с/х машин

Наименование и марка машины	Среднегодовой коэффициент охвата ремонтом		Трудоемкость ремонта в мастерских коллективных хозяйств, чел.-ч	
	КР	ТР	КР	ТР
КСК-100А	0,21	-	667	222
КС-6Б	0,22	-	680	203
КПК-2-01	0,22	-	280	100
КСС-2,6	-	1,0	-	44
Плуги	-	0,80	-	29 – 45
Культиваторы	-	0,80	-	32 – 44
Сеялки зерновые	-	0,78	-	36 – 66
Сеялки свекловичные	-	0,78	-	52 – 71
Косилки тракторные	-	0,75	-	38
Жатки всех марок	-	0,75	-	60
Картофелесажалки СКС-4	-	0,75	-	44

Приложение Д

Нормативы по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей

Марка машины	Пробег новых машин до КР в тыс. км	Пробег машин, прошедших КР до очередного КР в тыс. км	Пробег в тыс. км		Трудоемкость в чел.-ч			
			ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2	КР	ТР на 1000 км пробега
ГАЗ-53	162	128	2,0	10,0	5,2	16,9	271	8,6
ГАЗ-53А	160	128	2,0	10,0	5,2	19,5	283	9,6
ЗИЛ-130	240	192	2,0	8,0	5,9	19,5	343	10,4
ЗИЛ-ММЗ-555	200	160	1,5	6,0	7,2	22,1	353	12,0
КамАЗ	240	192	3,2	9,6	6,1	29,0	495	16,0
УАЗ-469	140	112	2,5	10,0	5,9	20,8	240	13,0
Прицепы	80	64	1,5	6,0	2,1	11,0	56	3,1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Утверждаю:
Председатель методической комиссии
по направлению подготовки

35.04.06
Агроинженерия
(код) (название)

_____ Д. О. Олейник

«_20_» _____марта____ 2024г.

ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Технологическая (проектно-технологическая) практика

Уровень профессионального образования **Магистратура**

Направление(я) подготовки (специальность) **35.04.06 «Агроинженерия»**

Направленность/профиль(и) программы «Цифровые технические системы в агробизнесе».

Квалификация выпускника **Магистр**

Форма обучения **очная,заочная**
(очная, заочная, очно-заочная)

Курс **1** **Семестр** **2**

Зачет с оценкой **2** **семестр**

Рязань 2024

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 35.04.06 Агроинженерия,

утвержденного ___26 июля 2017 года № 709_____

(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчик:

доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ Олейник Д.О.

(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Зав. кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ /А.Н. Бачурин/

(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

1. Цель производственной практики - Технологическая (проектно-технологическая) практика

Целью технологической (проектно-технологической) практики является формирование у студентов магистратуры практических навыков проектирования процессов эксплуатации и сервиса технических систем, решения инженерных задач в современном сельскохозяйственном производстве, сбор научно-аналитического материала для написания выпускной магистерской диссертации.

2. Задачи производственной практики «Технологическая (проектно-технологическая) практика».

Задачами технологической практики является:

- проведение стандартных и сертификационных испытаний сельскохозяйственной техники, электрооборудования, средств автоматизации и технического сервиса;
- проектирование технологических процессов производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на основе современных методов и средств;
- выбор машин и оборудования для ресурсосберегающих технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;
- обеспечение эффективного использования и надежной работы сложных технических систем в растениеводстве и животноводстве;
-выбор оптимальных инженерных решений при производстве продукции (оказании услуг) с учетом требований международных стандартов, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;

Кроме того, во время практики магистрант должен сделать анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований, теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач, включая производственный эксперимент; сравнить результаты исследования предлагаемой им разработки с отечественными и зарубежными аналогами, а также технико-экономическую эффективность разработки.

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)
13 Сельское хозяйство	технологический	Выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	технологический	Обеспечение эффективного использования и надежной работы сложных технических систем при производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	технологический	Поиск путей сокращения затрат на выполнение механизированных, электрифицированных и автоматизированных производственных процессов	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	технологический	Разработка технических	Машинные технологии и системы

		заданий на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации, электрификации, автоматизации и средств технологического оснащения	машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	технологический	Разработка мероприятий по повышению эффективности производства, изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	организационно - управленческий	Анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств, выбор из них оптимальных для условий конкретного производства	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	организационно - управленческий	Прогнозирование и планирование режимов энерго- и ресурсопотребления	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и

			оборудования; методы и средства испытания машин.
	организационно - управленческий	Оценка рисков при внедрении новых технологий	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	организационно - управленческий	Поиск решений технического обеспечения производства продукции (оказания услуг) на предприятии повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	организационно - управленческий	Адаптация современных систем управления качеством к конкретным условиям производства	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	организационно - управленческий	Проведение маркетинга и подготовка бизнес-планов производства и реализации	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и

		конкурентоспособной продукции и оказания услуг	животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	организационно - управленческий	Координация работы персонала при комплексном решении инновационных проблем - от идеи до реализации на производстве	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	организационно - управленческий	Организация и контроль работы по охране труда	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	проектный	Проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	проектный	Проектирование технологических	Машинные технологии и системы машин для

		процессов производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники	производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	проектный	Проектирование систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
01 Образование и наука	педагогический	Выполнение функций преподавателя в образовательных организациях	Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно - методические и учебно - методические материалы
	научно - исследовательский	Анализ российских и зарубежных тенденций развития механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	научно - исследовательский	Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и

		теме исследования	животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	научно - исследовательский	Разработка программ проведения научных исследований	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	научно - исследовательский	Выбор стандартных и разработка частных методик проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	научно - исследовательский	Разработка физических и математических моделей, проведение теоретических и экспериментальных исследований процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, электрификации, автоматизации сельскохозяйственн ого производства,	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.

		переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования	
	научно - исследовательский	Проведение стандартных испытаний сельскохозяйственной техники, электрооборудования, средств автоматизации и технического сервиса	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	научно - исследовательский	Решение задач в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.
	организационно - управленческий	Подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований	Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно - методические и учебно - методические материалы

3. Место производственной практики в структуре ООП магистратуры

Технологическая практика относится к практическому циклу Б2.О.01(П) — область (области) профессиональной деятельности и сфера (сферы) профессиональной деятельности выпускников:

– 13 Сельское хозяйство

– 01 Образование и наука

— объекты профессиональной деятельности выпускников или область (области) знания:

– Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.

– Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы.

Виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью и направленные на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы (при наличии практической подготовки по данной дисциплине)

4.Вид практики технологическая практика

Способ проведения практики стационарная и/или выездная

Тип практики Производственная

Формы проведения производственной практики «Технологическая практика» - непрерывная.

4.1. Вид, способы и форма проведения практики, применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Вид практики – Технологическая (проектно-технологическая) практика

Проводится с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

4.2. Наличие практической подготовки:

— практика, реализуется частично в форме практической подготовки, отдельные задания (из числа выдаваемых/выполняемых студентом) реализуются в форме практической подготовки.

4.3. Виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью и направленные на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю технические системы в агробизнесе.

Вид работ – Инструктаж по практике. Инструктаж по технике безопасности. Инструктаж по охране труда. Инструктаж по пожарной безопасности. Инструктаж по правилам внутреннего распорядка при прохождении производственной технологической практике.

Сбор технологических данных

Обработка и анализ полученной информации

Подготовка отчета.

5. Место и время проведения производственной практики - Технологическая (проектно-технологическая) практика

Практика должна проводиться на агропромышленных предприятиях, станциях технического сервиса, ремонтно-технических предприятиях (РТП), машинно-технологических станциях (МТС), заводах сельскохозяйственного машиностроения, пищевых и перерабатывающих предприятиях, а так же в научно-исследовательских организациях, лабораториях и на кафедрах образовательных учреждений.

Для инвалидов место выполнения научно-исследовательской работы выбирается с учетом специфики ограничения возможностей и наличия рабочих мест, оборудованных для инвалидов. Сроки проведения практики устанавливаются согласно учебному плану магистрантов в 4 семестре 2 года обучения.

6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной практики - Технологическая (проектно-технологическая) практика.

В результате прохождения технологической практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, универсальные и

профессиональные компетенции:

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 анализировать современные проблемы науки и производства, решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации	ОПК-1.1. Знает основные методы анализа достижений науки и производства в агроинженерии ОПК-1.4. Применяет доступные технологии, в том числе информационно-коммуникационные, для решения задач профессиональной деятельности в агроинженерии
	ОПК-3. Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии ОПК-3.2. Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии

Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания *(при необходимости)*	Категория профессиональных компетенций *(при необходимости)*	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация			Технические системы в агробизнесе, Электрооборудование и электротехнологии		

Тип задач профессиональной деятельности: технологический					
Выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Обеспечение эффективного использования и надежной работы сложных технических систем при производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции Поиск путей сокращения затрат на выполнение механизированных, электрифицированных и автоматизированных производственных процессов Разработка технических заданий на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации, электрификации, автоматизации и средств технологического оснащения Разработка мероприятий по повышению	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения		ПК-1. Способен осуществлять выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции	ПК-1.1 Владеет навыками выбора оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции ПК-1.2 Владеет навыками выбора машин для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции	13.001 Специалист в области механизации сельского хозяйства

эффективности производства, изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства					
			ПК-2. Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу сложных технических систем при производстве сельскохозяйственной продукции	ПК-2.1 Владеет навыками эффективного использования сложных технических систем при производстве сельскохозяйственной продукции ПК-2.2 Владеет навыками обеспечения надежной работы сложных технических систем при производстве сельскохозяйственной продукции	
			ПК-3. Способен разработать технические задания на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации сельскохозяйственного производства	ПК-3.1 Умеет разрабатывать технические задания на проектирование нестандартных средств механизации сельскохозяйственного производства	

				ПК-3.2 Умеет разрабатывать технические задания на изготовление нестандартных средств механизации сельскохозяйственного производства	
			ПК-4. Способен осуществлять выбор машин и оборудования для проведения ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	ПК-4.1 Владеет методикой выбора оборудования для проведения ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования ПК-4.2 Владеет методикой выбора машин для проведения ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	
Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий					
			ПК-10. Способен провести маркетинг и подготовить бизнес- планы производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг	ПК-10.1 Владеет навыками маркетинга ПК-10.2 Владеет навыками подготовки бизнес-планов производства и реализации конкуренто	

				способной продукции и оказания услуг	
			ПК-11. Способен провести анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств, выбрать оптимальные для условий конкретного производства	ПК-11.1 Анализирует экономическую эффективность технологических процессов, выбирает оптимальные для условий конкретного производства ПК-11.2 Анализирует экономическую эффективность технических средств, выбирает оптимальные для условий конкретного производства	
			ПК-13. Способен проводить анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	ПК-13.1 Проводит анализ экономической эффективности технологических процессов для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и	

				оборудования ПК-13.2 Проводит анализ экономической эффективности технических средств для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	
			ПК-14. Способен находить решения по сокращению затрат на выполнение технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	ПК-14.1 Находит решения по сокращению затрат на выполнение технического обслуживания сельскохозяйственной техники и оборудования ПК-14.2 Находит решения по сокращению затрат на выполнение ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	
Тип задач профессиональной деятельности: проектный					
Проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов,	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования		ПК-17. Способен осуществлять проектирование машин и их рабочих органов,	ПК-17.1 Проектирует машины и их рабочие органы для инженерног	13.001 Специалист в области механизации сельского хозяйства

оборудования для инженерного обеспечения производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Проектирование технологических процессов производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники Проектирование систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения	продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения		приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	о обеспечения производства сельскохозяйственной продукции ПК-17.2 Проектирует приборы, аппараты, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	
			ПК-18. Способен проектировать технологические процессы производства сельскохозяйственной продукции и эффективную эксплуатацию средств механизации	ПК-18.1 Проектирует технологические процессы производства сельскохозяйственной продукции ПК-18.2 Проектирует эффективную	

				эксплуатацию средств механизации	
			ПК-19. Способен проектировать технологические процессы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники	ПК-19.1 Проектирует технологические процессы технического обслуживания сельскохозяйственной техники ПК-19.2 Проектирует технологические процессы ремонта сельскохозяйственной техники	

7. Структура и содержание производственной практики «технологическая (проектно-технологическая) практика».

Общая трудоемкость научно-производственной практики составляет 9 зачетных единиц - 324 часа. Контактная работа 3 часа.

Работа по практической подготовке, связанной с будущей профессиональной деятельностью 324 часа.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Компетенции	Практическая подготовка
1	**Подготовительный этап** Инструктаж по производственной практике. Инструктаж по технике безопасности.	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-17; ПК-18; ПК-19	Инструктаж по производственной практике. Инструктаж по технике безопасности.
2	**Экспериментальный этап.** Ознакомление с научно-производственной базой. Сбор информации Анализ производственных процессов Проведение работ/измерений/наблюдений Анализ результатов производственной	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-17; ПК-18; ПК-19	Ознакомление с научно-производственной базой. Сбор информации Анализ

	деятельности		производственных процессов Проведение работ/измерений/наблюдений Анализ результатов производственной деятельности
3	**Подготовка отчета по практике**	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-17; ПК-18; ПК-19	Подготовка отчета по практике

8. Форма отчетности по практике отчет по практике_____

1. Рабочий график (план);
2. Дневник;
3. Отчет;
4. Характеристика с места работы;
5. Командировочное удостоверение;
6. Другие документы, характеризующие прохождение практики, формы учета ремонта и отчетности.

Указанные документы, исключая отчет, а также представленные в оригинале (инструкции, наставления, рекомендации и т.д.) должны быть заверены подписью руководителя практики и соответствующей печатью. Отчет подписывает только практикант.

9. Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на производственной практике «технологическая (проектно-технологическая) практика».

В процессе прохождения производственной практики должны применяться следующие образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии: наблюдение, беседа, сбор, первичная обработка, систематизация и анализ материалов, получение владений и навыков; описание полученного на практике опыта в журнале и отчете по производственной практике.

Перед началом производственной практики студентам необходимо ознакомиться с правилами безопасной работы и пройти инструктаж по технике безопасности. В начале каждого раздела (этапа) производственной практики

студентам могут быть прочитаны установочные лекции, отражающие основные моменты и алгоритмы действия.

При выполнении различных этапов производственной практики обучающийся может использовать типовые рекомендации, учебную литературу, интернет-ресурсы, необходимые для углубленного изучения, личные консультации с руководителем производственной практики. Предусматривается проведение самостоятельной работы студентов на всех этапах производственной практики и обработки получаемых данных, в том числе при составлении отчета по производственной практике.

Каждому студенту-практиканту выдается индивидуальное задание руководителем практики от вуза. В зависимости от объема работы задание может выполняться одним студентом или небольшой группой студентов.

Задание выдается с целью более глубокого изучения отдельных вопросов профессиональной деятельности. Необходимо иметь в виду, что в индивидуальном задании должны быть и элементы собственной, а не групповой работы по рассматриваемому вопросу. Результаты выполнения индивидуального задания могут быть доложены на конференции НИРС и использованы при выполнении ВКР.

10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на производственной практике «технологическая (проектно-технологическая) практика».

Основные рекомендации по обеспечению самостоятельной работы студентов на производственной практике изложены в учебно-методических документах:

- Методические рекомендации по выполнению заданий и подготовке отчета по итогам технологической практики для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (уровень магистратуры), 2020г. Электронная библиотека РГАТУ [Электронный ресурс] – Режим доступа http://bibl.rgatu.ru/web

- рекомендуется также использование материалов, изложенных в п. 11 настоящей программы.

11. Формы промежуточной аттестации по итогам прохождения производственной практики «технологическая (проектно-технологическая) практика».

Форма промежуточной аттестации по практике – дифференцированный зачет в 4 семестре.

Завершением производственной практики служит оформление и защита студентом отчета. Защита проводится в форме собеседования

За период прохождения производственной практики студент готовит и представляет руководителю от вуза до завершения практики, но не позднее 5

дней до зачета (включая выходные и праздничные дни) следующие отчетные документы:

- индивидуальный план производственно-технологической практики;
- дневник производственно-технологической практики;
- научный отчет о производственно-технологической практике;
- письменный отзыв руководителя практики от предприятия о работе студента в период производственной практики с рекомендованной оценкой.

Все указанные документы заверяются подписью руководителя практики.

При оценке работы студента в период практики руководитель исходит из следующих критериев:

- общая систематичность и ответственность работы в ходе производственной практики (посещение производственно-технологической базы, консультации с руководителем практики, выполнение индивидуального плана);
- степень личного участия студента в представляемых в отчете о практике результатах работы;
- качество выполнения поставленных задач;
- корректность в сборе, анализе и интерпретации представляемых данных;
- качество оформления отчетных документов.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение производственной практики «Технологическая (проектно-технологическая) практика».

12.1. Основная литература

1. Гордеев, А.С. Моделирование в агроинженерии [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2021. — 380 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45656

2. Гордеев, А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Гордеев, Д.Д. Огородников, И.В. Юдаев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2022. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42194 — ЭБС «Лань»

12.2 Дополнительная литература

1. Вайнруб В.И., Мишин П.В., Хузин В.Х. Технология производственных процессов и операций в растениеводстве.- Чебоксары: Изд. «Чувашия», 2020.- 456 с.

2. Богатырев, В. А. Информационные системы и технологии. Теория надежности : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. А. Богатырев. — М. : Издательство Юрайт, 2021. — 318 с. ЭБС Юрайт

3. Максимов, И.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2021. — 407 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php? ЭБС Лань

4. Кленин Н.И., Киселев С.Н., Левшин А.Г. Сельскохозяйственные машины [Текст].- М.: КолосС , 2022.– 816с.

5. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация В 2 Т : Учебник / Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. - 5-е изд. ; пер. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2022. – 831. ЭБС Юрайт

6. Обеспечение надежности сложных технических систем [Текст] : учебник / Дорохов, Александр Николаевич [и др.]. - СПб. : Лань, 2021. - 352 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

7. Малкин, В.С. Техническая диагностика [Текст] : учебное пособие / Малкин, Владимир Сергеевич. - СПб. : Лань, 2020. - 272 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

8. Лачуга Ю.Ф., Ксендзов В.А. Теоретическая механика: Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агроинженерным специальностям . – 3-е изд.; переработанное и доп. – М.: КолосС, 2010. – 576 с.

9. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Агроинженерия" / Под ред. О.А. Леонова. - М. : КолосС, 2019. - 568 с.

10. Немогай, Н.В. Стандартизация и сертификация продукции [Текст] : пособие для студентов вузов / Немогай, Николай Викторович. - Минск : ТетраСистемс, 2020. - 240 с.

11. Баженов, Ю.В. Основы теории надежности машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Автомобили и автомобильное хозяйство", "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (по отраслям)" / Баженов, Юрий Васильевич. - М. : ФОРУМ, 2014. - 320 с. -

12. Носов, В.В. Диагностика машин и оборудования [Текст] : учебное пособие / Носов, Виктор Владимирович. - 2-е изд. ; испр. и доп. - СПб. : Лань, 2022. - 384 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

13. Диагностика и техническое обслуживание машин [Текст] : учебник / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. - М. : Академия, 2020. - 432 с.

14. Баженов, С.П. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов [Текст] : учебник для студентов вузов, обуч. по спец. "автомобиле- и тракторостроение" / Баженов, Светослав Петрович, Казьмин, Борис Николаевич, Носов, Сергей Владимирович ; под ред. проф. С.П. Баженова. - 5-е изд. ; стереотип. - М. : Академия, 2021. - 336 с. - (Высшее профессиональное образование).

15. Технология ремонта машин [Текст] : учебник для студ. высш. учеб. заведений по спец. 110304 "Технология обслуживания и ремонта машин в АПК" / Под ред. проф. Е.А. Пучина. - М. : КолосС, 2021. - 488 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

12.3 Периодическая литература

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, 2024. – Ежекварт. – ISSN 2077-2084.

12.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБС «Юрайт». Режим доступа:http://www.biblio-online.ru
ЭБС «IPRSmart». Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16402
ЭБС «Лань». – Режим доступа: http://e.lanbook.com/

13. Перечень информационных технологий, используемых при проведении производственной практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) _

Программное обеспечение

Название ПО	№ лицензии	Количество мест
Office 365 для образования E1 (преподавательский)	70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420	без ограничений
Windows XP Professional SP3 Rus	63508759	без ограничений
7-Zip	свободно распространяемая	без ограничений
Mozilla Firefox	свободно распространяемая	без ограничений
Thunderbird	свободно распространяемая	без ограничений
Adobe Acrobat Reader	свободно распространяемая	без ограничений
Справочная Правовая Система Консультант Плюс	договор 2674	без ограничений

Информационно-справочные системы
ЭБ РГАТУ - http://www.rgatu.ru;
ЭБС «Юрайт». Режим доступа:http://www.biblio-online.ru
ЭБС «IPRSmart». Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16402
ЭБС «Лань». – Режим доступа: http://e.lanbook.com/

14.Фонды оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся (приложение 1)

15. Материально-техническое обеспечение. Приложение 9 к ООП
Материально-техническое обеспечение основной образовательной программы

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Утверждаю:
Председатель методической комиссии
по направлению подготовки

35.04.06
_____Агроинженерия_____
(код) (название)

_____ Д. О. Олейник

«_20_» _____марта____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Научно-исследовательская работа

(Наименование)

Уровень профессионального образования магистратура

Направление подготовки 35.04.06 - Агроинженерия

Магистерская программа Цифровые технические системы в агробизнесе

Квалификация (степень) выпускника магистр

Форма обучения – очная, заочная

Курс 1, 2 Семестр 2, 4

Дифференцированный зачет __2,4__ семестры

Рязань 2024

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 35.04.06 Агроинженерия,

утвержденного ___26 июля 2017 года № 709_____

(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчик:

доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ Олейник Д.О.

(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Зав. кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ /А.Н. Бачурин/

(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

1. Цель производственной практики «Научно-исследовательская работа»

Целью научно-исследовательской работы является формирование у студентов магистратуры практических навыков эксплуатации и сервиса технических систем, решения инженерных задач в современном сельскохозяйственном производстве, умение владеть методами выявления неисправностей машин, и собрать научно-аналитический материал для написания выпускной магистерской диссертации.

2. Задачи производственной практики «Научно-исследовательская работа»

Задачами научно-исследовательской работы является:

- разработка рабочих программ и методик проведения научных исследований и технических разработок;
- сбор обработка и ситематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;
- выбор стандартных и разработка частных методик проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;
- подготовка научно-технических отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненых исследований;
- разработка физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, отнсящихся к процессам механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования;
-проведение стандартных и сертификационных испытаний сельскохозяйственной техники, электрооборудования, средств автоматизации и технического сервиса;
- управление результатами научно-исследовательской деятельности и коммерциализация прав на объекты интелектуальной собственности;
- анализ российских и зарубежных тенденций развития механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве;
- проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции.

Кроме того, во время научно-исследовательской работы магистрант должен сделать анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований, теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач, включая производственный эксперимент; сравнить результаты исследования предлагаемой им разработки с отечественными и зарубежными аналогами, а также технико-экономическую эффективность разработки.

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)
13 Сельское хозяйство	технологический	Выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	технологический	Обеспечение эффективного использования и надежной работы сложных технических систем при производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование,

			энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	технологический	Поиск путей сокращения затрат на выполнение механизированных, электрифицированных и автоматизированных производственных процессов	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	технологический	Разработка технических заданий на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации, электрификации, автоматизации и средств технологического оснащения	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.

	технологический	Разработка мероприятий по повышению эффективности производства, изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	организационно - управленческий	Анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств, выбор из них оптимальных для условий конкретного производства	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	организационно - управленческий	Прогнозирование и планирование режимов энерго- и ресурсопотребления	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования

			продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	организационно - управленческий	Оценка рисков при внедрении новых технологий	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	организационно - управленческий	Поиск решений технического обеспечения производства продукции (оказания услуг) на предприятии повышение	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического

		квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности	обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	организационно - управленческий	Адаптация современных систем управления качеством к конкретным условиям производства	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	организационно - управленческий	Проведение маркетинга и подготовка бизнес-планов производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и

			средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	организационно - управленческий	Координация работы персонала при комплексном решении инновационных проблем - от идеи до реализации на производстве	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	организационно - управленческий	Организация и контроль работы по охране труда	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные

			сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	проектный	Проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	проектный	Проектирование технологических процессов производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование,

			энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	проектный	Проектирование систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
01 Образование и наука	педагогический	Выполнение функций преподавателя в образовательных организациях	Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно - методические и учебно - методические материалы
	научно - исследовательский	Анализ российских и зарубежных тенденций развития механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические

			процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	научно - исследовательский	Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	научно - исследовательский	Разработка программ проведения научных исследований	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации

			сельскохозяйственного назначения.
	научно - исследовательский	Выбор стандартных и разработка частных методик проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	научно - исследовательский	Разработка физических и математических моделей, проведение теоретических и экспериментальных исследований процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, электрификации, автоматизации сельскохозяйственного производства, переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	научно - исследовательский	Проведение стандартных	Машинные технологии и системы машин для

		испытаний сельскохозяйственной техники, электрооборудования, средств автоматизации и технического сервиса	производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	научно - исследовательский	Решение задач в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.
	организационно - управленческий	Подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований	Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно - методические и учебно - методические материалы

3. Место производственной практики «Научно-исследовательская работа» в структуре ООП магистратуры

Научно-исследовательская работа относится к циклу «Практики, в том числе научно-исследовательская работа» Б2.О.02(П)

Вид профессиональной деятельности магистров, на которые ориентирует научно-исследовательская работа, является научно-исследовательская деятельность.

Для освоения дисциплины «Научно-исследовательская работа» обучающиеся используют знания, умения, навыки, полученные и сформированные в ходе освоения дисциплин профессионального цикла: "Инженерное обеспечение эксплуатации и сервиса машинно-тракторного парка", "Лабораторный ремонтный практикум".

Научно-исследовательская работа является логическим продолжением профессионального обучения. Она является площадкой для закрепления знаний и умений, полученных на занятиях по данным общенаучным, профессиональным и профильным дисциплинам, и для реализации их в научно-исследовательской деятельности. Освоение навыков научно-исследовательской работы является необходимым подготовительным этапом для выполнения магистерской диссертации.

4. Вид производственной практики Научно-исследовательская работа

Способ проведения практики стационарная и/или выездная

Формы проведения практики «Научно-исследовательская работа» - дискретная.

Тип практики Производственная

Формы проведения НИР – проведение исследований в научных лабораториях и апробация в производственных условиях.

4.1. Вид, способы и форма проведения практики, применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Вид практики – Научно-исследовательская работа

Проводится с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

4.2. Наличие практической подготовки:

— практика, реализуется частично в форме практической подготовки, отдельные задания (из числа выдаваемых/выполняемых студентом) реализуются в форме практической подготовки.

4.3. Виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью и направленные на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю технические системы в агробизнесе.

Вид работ – Подготовительный этап: инструктаж по ТБ, ознакомление с научно-

исследовательской базой
Разработка методики производственных исследований
Проведение экспериментов.
Обработка и анализ результатов производственных исследований

5. Место и время проведения производственной практики «Научно-исследовательская работа».

Местом проведения научно-исследовательской работы могут являться: ремонтно-технические и специализированные ремонтные предприятия, ремонтные мастерские передовых хозяйств АПК; учебные и опытные хозяйства; промышленные предприятия по изготовлению технологического оборудования для первичной переработки продукции растениеводства и животноводства; предприятия технического сервиса, базовая кафедра. Форма собственности предприятий при этом может быть любой.

Для инвалидов место выполнения научно-исследовательской работы выбирается с учетом специфики ограничения возможностей и наличия рабочих мест, оборудованных для инвалидов.

Научно-исследовательская работа проводится на 1 курсе во 2 семестре – 4 недели, на 2 курсе в 4 семестре -4 недели (очная форма обучения).

6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной практики «Научно-исследовательская работа».

В результате **научно-исследовательской работы** обучающийся должен приобрести следующие компетенции:

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 применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1. Демонстрирует интегративные умения, необходимые для написания, письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.) УК-4.2. Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные УК-4.3. Демонстрирует интегративные умения, необходимые для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях

Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.3. Планирует профессиональную траекторию с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда

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 анализировать современные проблемы науки и производства, решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации	ОПК-1.1. Знает основные методы анализа достижений науки и производства в агроинженерии ОПК-1.2. Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов ОПК-1.3. Выделяет научные результаты, имеющие практическое значение в агроинженерии ОПК-1.4. Применяет доступные технологии, в том числе информационно-коммуникационные, для решения задач профессиональной деятельности в агроинженерии
	ОПК-3. Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии ОПК-3.2. Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии
	ОПК-4. Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы	ОПК-4.1. Анализирует методы и способы решения исследовательских задач ОПК-4.2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований в агроинженерии

		ОПК-4.3. Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач
	ОПК-5. Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Владеет методами экономического анализа и учета показателей проекта в агроинженерии ОПК-5.2. Анализирует основные производственно-экономические показатели проекта в агроинженерии ОПК-5.3. Разрабатывает предложения по повышению эффективности проекта в агроинженерии

Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания *(при необходимости)*	Категория профессиональных компетенций *(при необходимости)*	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация		Технические системы в агробизнесе			
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский					
Анализ российских и зарубежных тенденций развития механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки		ПК-25. Способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности	ПК-25.1 Решает задачи в области развития техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности ПК-25.2 Решает задачи в области развития	Анализ опыта профессиональной деятельности

Разработка программ проведения научных исследований Выбор стандартных и разработка частных методик проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов Разработка физических и математических моделей, проведение теоретических и экспериментальных исследований процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, электрификации, автоматизации сельскохозяйственного производства, переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования Проведение стандартных испытаний сельскохозяйственной техники, электрооборудования, средств автоматизации и технического сервиса Решение задач в области развития науки,	продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения			науки с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности	

техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности					
			ПК-26. Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний	ПК-26.1 Выбирает методики проведения экспериментов ПК-26.2 Выбирает методики проведения испытаний	
			ПК-27. Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, сельскохозяйственного производства	ПК-27.1 Разрабатывает физические и математические модели явлений и объектов, относящихся к техническому обеспечению, сельскохозяйственного производства ПК-27.2 Проводит теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к техническо	

				му обеспечению сельскохозяйственного производства	
			ПК-29. Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов технического обслуживания и ремонта машин и оборудования	ПК-29.1 Разрабатывает физические и математические модели явлений и объектов технического обслуживания и ремонта машин и оборудования ПК-29.2 Проводит теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов технического обслуживания и ремонта машин и оборудования	

7. Структура и содержание производственной практики «Научно-исследовательская работа».

Общая трудоемкость научно-исследовательской практики составляет 27 зачетных единиц 972 часа.

Работа по практической подготовке, связанной с будущей профессиональной деятельностью 972 часа.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды научно-исследовательской работы, во время научно-исследовательской работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость(в часах)				Практическая подготовка
		Сбор информации	Подготовка эксперим. установки	Проведение измерений, наблюдений	Обработка и анализ результ. эксп. исследований	
1	Подготовительный этап: инструктаж по ТБ, ознакомление с научно-исследовательской базой	48				Инструктаж по ТБ, ознакомление с научно-исследовательской базой
2	Разработка методики производственных исследований	60	220			Разработка методики производственных исследований
3	Проведение экспериментов.	48	140	396		Проведение экспериментов.
4	Обработка и анализ результатов производственных исследований				60	Обработка и анализ результатов производственных исследований

8. Форма отчетности по производственной практике

1. Рабочий график (план);
2. Дневник;
3. Отчет;
4. Характеристика с места работы;
5. Командировочное удостоверение;
6. Другие документы, характеризующие прохождение практики, формы учета ремонта и отчетности.

Указанные документы, исключая отчет, а также представленные в оригинале (инструкции, наставления, рекомендации и т.д.) должны быть заверены подписью руководителя практики и соответствующей печатью. Отчет подписывает только практикант.

8. Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые в процессе прохождения производственной практики «Научно-исследовательская работа».

В процессе прохождения производственной практики должны применяться следующие образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии: наблюдение, беседа, сбор, первичная обработка, систематизация и анализ материалов, получение владений и навыков; описание полученного на практике опыта в журнале и отчете по производственной практике.

Перед началом производственной практики студентам необходимо ознакомиться с правилами безопасной работы и пройти инструктаж по технике безопасности. В начале каждого раздела (этапа) производственной практики студентам могут быть прочитаны установочные лекции, отражающие основные моменты и алгоритмы действия.

При выполнении различных этапов производственной практики обучающийся может использовать типовые рекомендации, учебную литературу, интернет-ресурсы, необходимые для углубленного изучения, личные консультации с руководителем производственной практики. Предусматривается проведение самостоятельной работы студентов на всех этапах производственной практики и обработки получаемых данных, в том числе при составлении отчета по производственной практике.

Каждому студенту-практиканту выдается индивидуальное задание руководителем практики от вуза. В зависимости от объема работы задание может выполняться одним студентом или небольшой группой студентов.

Задание выдается с целью более глубокого изучения отдельных вопросов профессиональной деятельности. Необходимо иметь в виду, что в индивидуальном задании должны быть и элементы собственной, а не групповой работы по рассматриваемому вопросу. Результаты выполнения индивидуального задания могут быть доложены на конференции НИРС и использованы при выполнении ВКР.

10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов в процессе освоения производственной практики «Научно-исследовательская работа»

Тема 1. Статистическое определение вероятности. Выборка и генеральная совокупность. Содержание первичной обработки информации и статистического анализа.

Задание:

По рекомендованной литературе изучить:

1.1. Статистическое определение вероятности.

1.2. Выборка и генеральная совокупность.

.3. Что входит в первичную обработку информации?

1.4. Что является целью первичной обработки информации?

1.5. Что входит в статистический анализ информации?

1.6. Что является целью статистического анализа информации?

_ Тема2. Общий принцип проверки гипотез.

Задание:

По рекомендованной литературе изучить:

2.1. Что может и чего не может сделать статистическая проверка гипотез?

2.2. Для чего служит проверка статистических гипотез?

2.3. Что такое параметрические критерии?

2.4. Для чего применяются параметрические критерии?

2.5. Что необходимо знать для проверки параметрического критерия?

2.6. Роль функции правдоподобия в проверке гипотез.

2.7. Что такое ошибка I рода?

2.8. Что такое ошибка II рода?

2.9. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область малого правдоподобия?

2.10. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область большого правдоподобия?

2.11. Понятие альтернативной гипотезы?

2.12. Виды альтернативных гипотез.

2.13. Что такое непараметрические критерии?

2.14. Что является основной задачей непараметрических критериев?

2.15. Основная идея критерия знаков.

2.16. Смысловое содержание критерия согласия К. Пирсона.

_ Тема 3. Смысл среднеквадратического отклонения и коэффициента корреляции.

Задание:

По рекомендованной литературе изучить:

3.1. Основные вопросы, решаемые статистическим анализом.

3.2. Прикладной смысл среднего квадратического отклонения и коэффициента корреляции.

3.3. Ковариация как характеристика тенденции связи случайных величин.

3.4. Какой характер имеет соотношение коррелированности с зависимостью?

3.5. Основная задача корреляционного анализа.

3.6. Основная задача регрессионного анализа.

3.7. Основная задача конфлюэнтного анализа.

3.8. Основная задача дисперсионного анализа.

Тема 4. Принципы планирования экспериментов.

Задание:

По рекомендованной литературе изучить:

4.1. Определение эксперимента.

4.2. Для чего предназначен эксперимент?

4.3. Определение опыта.

4.4. Что такое активный и пассивный эксперименты?

4.5. Определение плана эксперимента.
4.6. Какие факторы задаются в плане эксперимента?
4.7. Смысловое содержание дисперсионной модели.
4.8. Смысловое содержание регрессионной модели.
4.9. Что такое планирование эксперимента?
4.10. В чем состоит принцип отказа от полного перебора?
4.11. В чем состоит принцип последовательного планирования?
4.12. В чем состоит принцип сопоставления с шумом?
4.13. В чем состоит принцип рандомизации?
4.14. В чем состоит принцип оптимальности плана?

Тема 5. Назначение плана эксперимента.
Задание:
По рекомендованной литературе изучить:
5.1. Цель планирования эксперимента.
5.2. Каким условиям должна удовлетворять информация, полученная в результате правильно спланированного эксперимента?
5.3. Как можно управлять эффективностью экспериментальных оценок?
5.4. Общий вид латинских квадратов.

11. Формы промежуточной аттестации по итогам освоения производственной практики «Научно-исследовательская работа».

Завершением научно-исследовательской работы служит оформление и защита студентом отчета.

За период освоения дисциплины «Научно-исследовательская работа» студент готовит и представляет кафедральному руководителю до заключительной конференции, но не позднее 5 дней до зачета (включая выходные и праздничные дни) следующие отчетные документы:

- индивидуальный план научно-исследовательской работы;
- дневник научно-исследовательской работы;
- научный отчет по научно-исследовательской работе;
- письменный отзыв научного руководителя о работе студента в период научно-исследовательской работы с рекомендованной оценкой.

Все указанные документы заверяются подписью научного руководителя.

При оценке работы студента в период научно-исследовательской работы научный руководитель исходит из следующих критериев:

- общая систематичность и ответственность работы в ходе научно-исследовательской работы (посещение научно-исследовательской базы и консультации с научным руководителем не реже одного раза в неделю, выполнение индивидуального плана);
- степень личного участия студента в представляемой исследовательской работе;
- качество выполнения поставленных задач;

- корректность в сборе, анализе и интерпретации представляемых научных данных;
- качество оформления отчетных документов.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение производственной практики «Научно-исследовательская работа».

12.1 Основная литература

1. Мокий, М. С. Методология научных исследований : учебник для магистратуры / М. С. Мокий, А. Л. Никифоров, В. С. Мокий ; под ред. М. С. Мокия. — М. : Издательство Юрайт, 2021. — 255 с ЭБС Юрайт
2. Лебедев, *С. А.* Методология научного познания : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / С. А. Лебедев. — М. : Издательство Юрайт, 2022. — 153 с.ЭБС Юрайт

12.2 Дополнительная литература

3. Носов, В.В. Диагностика машин и оборудования [Текст] : учебное пособие. - 2- изд., испр. и доп. - СПб. : Лань, 2021. - 384 с.
4. Диагностика и техническое обслуживание машин [Текст] : учебник / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. - М. : Академия, 2021. - 432 с. : [8] с. цв. ил. - (Высшее профессиональное образование).
5. Технология ремонта машин [Текст] : учебник для студ. высш. учеб. заведений по спец. 110304 "Технология обслуживания и ремонта машин в АПК" / Под ред. проф. Е.А. Пучина. - М. : КолосС, 2021. - 488 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

12.3 Периодическая литература

1. Механизация и электрификация сельского хозяйства.
2. Сельский механизатор.
3. Вестник РГАТУ

12.4 Программное обеспечение и Интернет- ресурсы

Программное обеспечение

Название ПО	**№ лицензии**	**Количество мест**
Office 365 для образования E1 (преподавательский)	70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420	без ограничений
Windows XP Professional SP3 Rus	63508759	без ограничений
Архиватор 7-Zip	свободно распространяемая	без ограничений
Браузеры Opera, Google Chrome, Mozilla Firefox	свободно распространяемая	без ограничений
Thunderbird	свободно распространяемая	без ограничений
AdobeAcrobatReader	свободно распространяемая	без ограничений
Справочная Правовая Система	договор 2674	без ограничений

Консультант Плюс		
Справочно-правовая система "Гарант"	свободно распространяемая	без ограничений

Электронно-библиотечные системы (интернет-ресурсы):

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: http://www.biblio-online.ru
ЭБС «IPRSmart». Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16402
ЭБС «Лань». – Режим доступа: http://e.lanbook.com/

12.5 Методические указания для прохождения производственной практики

Методические рекомендации по выполнению научно-исследовательской работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (уровень магистратуры 2024 г. Электронная библиотека РГАТУ [Электронный ресурс] – Режим доступа http://bibl.rgatu.ru/web

13. Перечень информационных технологий, используемых при проведении производственной практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) _

Программное обеспечение

Название ПО	**№ лицензии**	**Количество мест**
Office 365 для образования E1 (преподавательский)	70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420	без ограничений
Windows XP Professional SP3 Rus	63508759	без ограничений
Архиватор 7-Zip	свободно распространяемая	без ограничений
Браузеры Opera, Google Chrome, Mozilla Firefox	свободно распространяемая	без ограничений
Thunderbird	свободно распространяемая	без ограничений
AdobeAcrobatReader	свободно распространяемая	без ограничений
Справочная Правовая Система Консультант Плюс	договор 2674	без ограничений
Справочно-правовая система "Гарант"	свободно распространяемая	без ограничений

Информационно-справочные системы:

- Информационно-правовой портал http://www.garant.ru;
- «Консультант Плюс» www.consultant.ru.

14. Фонды оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся (приложение 1).

15. Материально-техническое обеспечение. Приложение 9 к ООП

Материально-техническое обеспечение основной образовательной программы

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Утверждаю:
Председатель методической комиссии
по направлению подготовки

35.04.06 _____Агроинженерия_____
(код) (название)

_____ Д. О. Олейник

«_20_» _____марта____ 2024 г.

ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА –ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА_____

Уровень профессионального образования_____Магистратура_____

Направление(я) подготовки (специальность)____35.04.06 «Агроинженерия»_____

Направленность/профиль(и) программы «Цифровые технические системы в агробизнесе».

Квалификация выпускника _____Магистр_____

Форма обучения_____очная, заочная _____
(очная, заочная, очно-заочная)

Курс _____2_____ **Семестр_____4_____**

Зачет с оценкой __4___семестр

Рязань 2024

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 35.04.06 Агроинженерия,

утвержденного ___26 июля 2017 года № 709_____
(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчик:

доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ Олейник Д.О.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Зав. кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ /А.Н. Бачурин/
(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Введение

Настоящая программа производственной практики «Педагогическая практика» разработана для обучающихся (срок обучения 2 года) по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия направленность – «Цифровые технические системы в агробизнесе». При разработке рабочей программы исходили из того, что одна зачётная единица в ФГОС ВО соответствует 36 академическим часам. Программа отражает цель, задачи, разделы (этапы практики), виды производственной работы на практике, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость, формы текущего контроля и вид промежуточной аттестации. В программе дан список основной и вспомогательной литературы, указаны методические пособия и разработки. Программа производственной практики «Педагогическая практика» по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия направленность – Цифровые технические системы в агробизнесе разработана в соответствии с требованиями, изложенными в следующих законодательных документах:- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. No273-ФЗ (ред. от 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015);- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.07.2017 г No 709;- Приказ Минобразования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 5 апреля 2017 г. No 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»; - Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 27 ноября 2015 г. No 1383 «Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования»; - Приказ Минобразования и науки Российской Федерации от 15 декабря 2017 г. No 1225 «О внесении изменений в Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 27 ноября 2015 г. No 1383»;

Программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки(специальности) 35.04.06 «Агроинженерия» направленность программы (профили) Цифровые технические системы в агробизнесе, Электрооборудование и электротехнологии, (форма обучения: очная, заочная), утвержденного Учёным советом ФГБОУ ВО РГАТУ. Протокол заседания от «23» сентября 2020 года № 2

Внесены изменения в связи с вступлением в силу Приказа Минобрнауки России № 885, Минпросвещения России N 390 от 05.08.2020 "О практической подготовке обучающихся" (вместе с "Положением о практической подготовке обучающихся"). Изменения одобрены Ученым советом 23.09.2020 протокол №2 и утверждены ректором.

-Устав ФГБОУ ВО РГАТУ; - Учебный план и календарный учебный график направления подготовки 35.04.06 – Агроинженерия, направленность (профиль) – Цифровые технические системы в агробизнесе

- Локальные нормативные акты, регламентирующие образовательную деятельность в ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева».

1. Цель производственной (педагогической) практики является:

- углубление и закрепление теоретических знаний и практических умений и навыков магистрантов;

-подготовка магистрантов к выполнению в условиях реального производственного процесса таких видов профессиональной деятельности, как педагогический и научно-исследовательский; - развитие и накопление практических умений и навыков по сбору, обработке, анализу, систематизации и разработке образовательных методик, а также способов проведения исследований, что позволит закрепить формирование базовых и ключевых компетенций магистра в сфере направления подготовки 35.04.06 –Агроинженерия.

- ознакомление студентов с педагогическими реалиями учебного заведения;
- приобретение опыта в процессе проведения занятий;
- приобретение опыта в процессе проведения конкретной деятельности, а также принятия участия в конкурсах-фестивалях;
- применение на практике профессионально-теоретических и практических знаний и навыков, которые были приобретены во время обучения в ВУЗе.
- знакомство студентов с принципами организации учебного процесса в вузе;
- знакомство студентов с особенностями преподавания дисциплин различных циклов;
- овладение видами вузовской педагогической деятельности на уровне, соответствующем квалификации «магистр»;
- подготовка магистрантов к осуществлению образовательного процесса в высших учебных заведениях.

2. Задачи производственной педагогической практики:

- формирование у магистранта представления о содержании и документации планирования учебного процесса;
- совершенствование аналитической и рефлексивной деятельности начинающих преподавателей;
- формирование умения проведения учебных занятий со студентами;
- приобретение опыта педагогической работы в условиях вуза;
- формирование адекватной самооценки, ответственности за результаты своего труда;
- развитие творческого подхода к решению педагогических задач;
- входе педагогической практики магистрант должен расширить и углубить теоретические знания: основных принципов, методов и форм организации педагогического процесса в вузе; методов контроля и оценки профессионально-значимых качеств обучаемых; требований, предъявляемых к преподавателю вуза в современных условиях;

-развитие способностей магистранта к самостоятельной деятельности в образовательном процессе и выполнения научно-исследовательской работы: организаторских, аналитических, коммуникативных, исследовательских, самоорганизации и самоконтроля;

-изучение и участие в разработке рабочих программ и методик преподавания и способов проведения научных исследований, технических разработок;

-разработка предложений по совершенствованию технической и технологической модернизации образовательного процесса и технической составляющей сельскохозяйственного производства;

-формирование и развитие у магистрантов профессионально значимых качеств, устойчивого интереса к профессиональной деятельности;

-приобретение опыта в исследовании актуальной научной проблемы, подбор необходимых материалов для выполнения выпускной квалификационной работы, проведение экспериментов в лабораторных и производственных условиях.

3. Место производственной педагогической практики в структуре ООП. Педагогическая практика относится к практическому циклу (код Б2) Практики, в том числе научно-исследовательская работа, в частности к производственной практике «Производственная педагогическая практика» Б2.0.03(П).

Освоение дисциплины готовит магистрантов к работе со следующими объектами профессиональной деятельности:

– современные технические средства обучения;

– современные компьютерные поддержки дисциплин.

Знания, полученные на педагогической практике, являются необходимыми для овладения профессией преподавателя высшей профессиональной школы.

4. Тип производственной педагогической практики.

– организационно-управленческий

– педагогический.

4.1. Вид, способы и форма проведения практики, применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Вид практики – производственная.

Видами профессиональной деятельности магистрантов, на которые ориентирует производственная педагогическая практика, являются педагогическая и учебно-инновационная деятельность.

Способ проведения – стационарная, выездная.

4.2. Наличие практической подготовки:

— практика, реализуется частично в форме практической подготовки, отдельные задания (из числа выдаваемых/выполняемых студентом) реализуются в форме практической подготовки.

4.3. Виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью и направленные на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю электрические станции и подстанции.

Вид работ – Изучение техники безопасности. Собеседование с руководителем практики.

Ознакомление со структурой образовательного процесса в высшем образовательном учреждении и правилами ведения преподавателем отчетной документации.

Ознакомление с программой и содержанием читаемых курсов

Ознакомление с организацией и проведением всех форм учебных занятий.

Самостоятельная подготовка планов и конспектов занятий по учебным дисциплинам.

Подбор и анализ основной и дополнительной литературы в соответствии с тематикой и целями занятий.

Разработка содержания учебного материала на современном научно-методическом уровне

Проведение различных видов учебных занятий (лекции, практические, семинарские и лабораторные занятия)

Посещение лекций и семинарских занятий руководителя практики

Составление отчета по практике.

Защита отчета по практике.

Форма проведения практики: Форма проведения практики –непрерывная. Путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени. Формой проведения педагогической практики является непосредственное участие обучающегося в организационно-производственном процессе учебного учреждения. Непосредственными участниками организации и проведения педагогической практики являются обучающейся и руководитель практики от университета (преподаватель). Общее руководство практикой осуществляет деканат инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ совместно с кафедрами. Непосредственное руководство практикантом осуществляет научный руководитель магистерской диссертации из числа профессорско-преподавательского состава кафедры согласно утвержденному приказу по университету. Основными нормативно-методическими документами, регламентирующими работу студентов на практике, являются:

−программа и методические указания по прохождению практики;

−индивидуальное задание;

−дневник практики;

−приказ университета о прохождении педагогической практики студентами инженерного факультета;

Перед началом практики студенту необходимо: −в назначенное время явиться на организационное собрание по практике, которое проводится деканатом инженерного факультета совместно с кафедрами, и назначается не позднее, чем за месяц до начала прохождения практики;

−получить от научного руководителя практики индивидуальное задание, необходимые инструкции и консультации;

−изучить предусмотренные программой практики материалы.

В ходе практики магистранту необходимо:

−составить индивидуальный план работы и ежедневно вести записи в дневнике с указанием характера, содержания и порядка выполнения работы по выполнению плана;

−изучить действующие нормативно-правовые и отчетные документы, правила внутреннего распорядка, график учебно-воспитательного процесса образовательного учреждения, и неукоснительно соблюдать трудовую дисциплину и режим работы;

−строго соблюдать правила охраны труда и техники безопасности;

−участвовать в подготовке и осуществлении плановых мероприятий и поручений руководителя практики, предусмотренных программой;

−собрать и проанализировать материалы для подготовки отчёта.

По окончании практики практикант своевременно сдает отчёт на кафедру для проверки его преподавателем, после чего назначается день защиты отчётов по практике. Защита отчетов должна проходить до начала сессии, следующей после педагогической практики, в противном случае данная часть программы высшего образования может стать академической задолженностью для студента.

Основанием для направления практиканта на повторное прохождение практики или отчисления из университета может быть:

−невыполнение программы практики;

−получение отрицательного отзыва;

−неудовлетворительная оценка при защите отчета;

−отсутствие отчета о прохождении практики.

Местами проведения производственной практики «Педагогическая практика» являются: профильные выпускающие кафедры в ФГБОУ ВО РГАТУ.

Практика для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

4.4. Наличие практической подготовки: производственная педагогическая практика реализуется в форме практической подготовки.

4.5.Виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью и направленные на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.

- анализ российских и зарубежных тенденций развития механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве;

- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования;

- разработка программ проведения научных исследований;

- выбор стандартных и разработка частных методик проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;

-разработка физических и математических моделей, проведение теоретических и экспериментальных исследований процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, электрификации, автоматизации сельскохозяйственного производства, переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования;

- решение задач в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;

- обучающиеся, программы профессионального обучения, научно - методические и учебно - методические материалы

5. Место и время проведения производственной педагогической практики

Местом проведения производственной педагогической практики являются аудитории инженерного факультета университета, в отдельных случаях допускается прохождение практики в других вузах.

Для инвалидов место выполнения производственной педагогической практики выбирается с учетом специфики ограничения возможностей и наличия рабочих мест, оборудованных для инвалидов.

Производственная педагогическая практика проводится на 2 курсе в 4 семестре - 12 недель (очная форма обучения).

5.1 Особенности организации практики обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ. Особенности организации производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья форма проведения практики устанавливается факультетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

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

При направлении инвалида и обучающегося с ограниченными возможностями здоровья в организацию или предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (предприятием) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых студентом-инвалидом трудовых функций.

Обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья необходимо написать заявление с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей. Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего отделом учебных и производственных практик (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья в соответствии с его программой подготовки и индивидуальными особенностями.

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

В результате прохождения производственной педагогической практики у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции, установленные программой практики:

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции			
13.Сельское хозяйство	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатываю командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует работу команды для достижения поставленной цели УК-3.2. Учитывает в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий УК-3.3. Обладает навыками преодоления возникающих в команде разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон. УК-3.5. Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды. Организует обсуждение разных идей и мнений
13.Сельское хозяйство	УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1. Адекватно объясняет особенности поведения и мотивации людей различного социального и культурного происхождения в процессе взаимодействия с ними, опираясь на знания причин появления социальных обычаев и различий в поведении людей УК-5.2. Владеет навыками создания недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач
13.Сельское хозяйство	УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Находит и творчески использует имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития УК-6.2. Самостоятельно выявляет мотивы и стимулы для саморазвития, определяя реалистические цели профессионального роста УК-6.3. Планирует профессиональную траекторию с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда
Общепрофессиональные компетенции			
01 Образование и наука	ОПК-1	Способен анализировать современные проблемы науки и производства, решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации;	ОПК-1.4. Применяет доступные технологии, в том числе информационно- коммуникационные, для решения задач профессиональной деятельности в агроинженерии

01 Образование и наука	ОПК-2	Способен передавать профессиональные знания с использованием современных педагогических методик;	ОПК-2.1. Знает педагогические, психологические и методические основы развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях различного вида ОПК-2.2. Знает современные образовательные технологии профессионального образования (профессионального обучения) ОПК-2.3. Передает профессиональные знания в области агроинженерии, объясняет актуальные проблемы и тенденции ее развития, современные технологии сельскохозяйственного производства
01 Образование и наука	ОПК-6	Способен управлять коллективами и организовывать процессы производства	ОПК -6.1 Умеет работать с информационными системами и базами данных по вопросам управления персоналом ОПК-6.2 Определяет задачи персонала структурного подразделения, исходя из целей и стратегии организации

Код компетенции	**Наименование компетенции**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**	**Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта)**
ПК-21	Готов выполнять функции преподавателя в образовательных организациях	ПК-21.1. Выполняет функции преподавателя в образовательных организациях	01. Образование и наука. Профессиональный стандарт "Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования"
ПК-22	Способен провести повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений, осуществляющих механизацию технологических процессов в сельскохозяйственном производстве	ПК-22.1. Проводит повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений, осуществляющих механизацию технологических процессов в сельскохозяйственном производстве	01. Образование и наука. Профессиональный стандарт "Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования"
ПК-23	Способен проводить повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений, осуществляющих обслуживание, хранение, ремонт и восстановление деталей сельскохозяйственных машин	ПК-23.1. Проводит повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений, осуществляющих обслуживание, хранение, ремонт и восстановление деталей сельскохозяйственных машин	01. Образование и наука. Профессиональный стандарт "Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования"

7. Структура и содержание производственной педагогической практики

Объем педагогической практики (тип) составляет 12 зачетных единиц _432 академических часов. Контактная работа 8 академических часов.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Практическая подготовка*
1	Подготовительный этап, включающий инструктаж по технике безопасности,	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Изучение техники безопасности. Собеседование с руководителем практики.
2	Ознакомление со структурой образовательного процесса в высшем образовательном учреждении и правилами ведения преподавателем отчетной документации.	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Ознакомление со структурой образовательного процесса в высшем образовательном учреждении и правилами ведения преподавателем отчетной документации.
3	Ознакомление с программой и содержанием читаемых курсов	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Ознакомление с программой и содержанием читаемых курсов
4	Ознакомление с организацией и проведением всех форм учебных занятий.	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Ознакомление с организацией и проведением всех форм учебных занятий.
5	Самостоятельная подготовка планов и конспектов занятий по учебным дисциплинам.	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Самостоятельная подготовка планов и конспектов занятий по учебным дисциплинам.
6	Подбор и анализ основной и дополнительной литературы в соответствии с тематикой и целями занятий.	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Подбор и анализ основной и дополнительной литературы в соответствии с тематикой и целями занятий.
7	Разработка содержания учебного материала на современном научно-методическом уровне	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Разработка содержания учебного материала на современном научно-методическом уровне
8	Проведение различных видов учебных занятий (лекции, практические, семинарские и лабораторные занятия)	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Проведение различных видов учебных занятий (лекции, практические, семинарские и лабораторные занятия)

9	Посещение лекций и семинарских занятий руководителя практики	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Посещение лекций и семинарских занятий руководителя практики
10	Составление отчета по практике.	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Составление отчета по практике.
11	Защита отчета по практике.	УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-21ПК-22, ПК-23	УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2 ПК-21.1, ПК-22.1, ПК-23.1	Защита отчета по практике.

8. Форма отчетности производственной педагогической практике.

В соответствии с действующими нормативными документами форма и вид отчетности студентов о прохождении практики определяются высшим учебным заведением. По результатам педагогической практики обучающийся представляет руководителю практики развёрнутый отчёт. Отчет по практике должен включать:

−титульный лист;

−содержание (перечень разделов);

−введение;

−основная часть;

−заключение;

−библиографический список.

В отчет могут быть включены приложения, объемом не более 20 страниц, которые не входят в общее количество страниц отчета. Отчет может быть иллюстрирован таблицами, графиками, схемами и т.п. Отчет о практике является основным документом обучающегося (практиканта), отражающим выполненную им работу, полученные организационные и педагогические умения и навыки. В дальнейшем материалы своего отчета обучающийся может использовать в выпускной магистерской работе. Подготовка материалов для отчёта должна осуществляться в процессе выполнения индивидуального плана практики.

Введение –как общая краткая характеристика содержания выполненной работы. Во введении должны быть отражены: цель, место и сроки прохождения практики (даты, количество недель); последовательность прохождения практики, общая характеристика работ, выполненных в процессе практики.

В основной части отчёта должны быть представлены материалы, разработка которых предусмотрена индивидуальным планом:

−описание организации работы в процессе практики;

−описание выполненной работы по разделам индивидуального плана практики, описание практических задач, решаемых студентом за время прохождения практики;

−анализ наиболее сложных и характерных случаев, изученных студентом;

−указания на затруднения, которые возникли при прохождении практики; изложение спорных вопросов, которые возникли по конкретным делам, и их решение.

Важным компонентом отчёта могут стать отзывы студентов и преподавателей о проведённых занятиях и разработанных дидактических материалах.

Обучающийся должен представить планы и тексты лекций, которые он провел в ходе прохождения практики, планы семинарских занятий, описать педагогические технологии, которые были применены им в ходе подготовки материалов и прохождения практики. Обучающийся представляет средства оценки студентов, используемые им в процессе проведения семинарских занятий, а также критерии оценивания результатов работы студентов на семинарах.

В фонд оценочных средств могут входить: тесты, контрольные работы, рефераты, доклады, таблицы, в которых могут быть оформлены результаты работы студентов, кластеры, схемы, презентации и другие. В качестве критериев оценивания могут выступать, например, уровень сформированности знаний, умений и навыков студентов, личностные характеристики студента, качество выполнения студентом поставленной задачи и другие.

Практиканту следует обозначить и способы оценивания студентов. Использует ли он в работе балльно-рейтинговую систему оценивания или придерживается традиционной шкалы оценивания.

Заключение должно содержать: описание навыков, приобретенных за время практики; предложения и рекомендации студента, сделанные в ходе практики. В заключении целесообразно охарактеризовать особенности и социальную значимость разработанных учебно-методических материалов и организованных мероприятий.

К отчету также прилагается отчет и дневник педагогической практики. Примерные схемы характеристики учебного учреждения и составления психолого-педагогической характеристики группы представлены в приложении Б. Практикант составляет письменный отчет в Microsoft Word (шрифт Times New Roman, номер 14 pt; через 1,5 интервала; размеры полей: верхнее и нижнее –2см, левое –2,5 см, правое –1–1,5 см., табуляция и абзац (красная строка) –1,25 см.). Рекомендуемый объем отчета –25–40 страниц машинописного текста. Вся отчетная документация по педагогической практике должна быть представлена не позднее семи дней после окончания практики.

9. Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые при проведении педагогической практики

При организации производственной (педагогической) практики используются следующие технологии:

- технологии, основанные на проектном подходе, ориентированном на самостоятельную активно-познавательную практическую деятельность магистрантов;

- деятельностно-ориентированные технологии (от целеполагания до самоанализа процесса и результатов деятельности);

- технология развития критического мышления. Реализация данной технологии будет осуществляться при разработке и проведении традиционных и инновационных уроков, факультативных занятий и занятий элективных курсов.

Во время педагогической практики используются технологии традиционного, личностно-ориентированного обучения, информационные технологии, технологии проектного и проблемного обучения, принятые в учебном процессе.

Активные технологии обучения и контроля, основу которых составляют личностно- ориентированный и деятельностный подходы к обучению:

- организация дискуссий;

- выполнение практико-ориентированных методических и психолого-педагогических заданий;

Интерактивные технологии обучения и контроля, основу которых составляет коллективно-групповой способ обучения:

- организация конференций (установочных и отчетных);

- организация коллективных (групповых) обсуждений уроков, внеклассных и воспитательных мероприятий (КТД, социально значимых проектов).

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях; обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей Интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций, обеспечение условий проведения производственной (педагогической) практики с учетом индивидуальных потребностей студентов и т.д.

10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся, необходимое для проведения педагогической практики

При прохождении производственной педагогической практики магистранты используют основную и дополнительную литературу, рекомендованную научным руководителем для изучения конкретной учебной дисциплины и отраженную в программе преподаваемого курса. Кроме того, непосредственный руководитель практики может рекомендовать магистранту ознакомиться с дополнительными материалами методического характера.

Обучающийся имеет неограниченный доступ к информационно-образовательной среде университета

а) основная литература

1. Авдулова, Т. П. Агрессивность в подростковом возрасте: практ. пособие / Т. П. Авдулова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 126 с. https://biblio-online.ru/viewer/5EEB4BFD-DFAE-4633-ABB7-81767D00E748/agressivnost-v- podrostkovom-vozraste#page/1(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бусыгина, Н. П. Качественные и количественные методы исследований в психологии : учебник для бакалавриата и магистратуры / Н. П. Бусыгина. — М. : Издательство Юрайт, 2018. —423 с. https://biblio-online.ru/viewer/C0B72CE7-A1A1-4CEC-B4D2-66F7F72C46D7/kachestvennye-i-kolichestvennye-metody-issledovaniy-v-psihologii#page/1 (дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Джуринский, А. Н. Поликультурное образование в многонациональном социуме : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Н. Джуринский. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 257 с. https://biblio-online.ru/viewer/A37403F0-1C41-423D-8272-B393D3ABD097/polikulturnoe-obrazovanie-v-mnogonacionalnom-sociume#page/1(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Зверев, С. Э. Риторика : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / С. Э. Зверев, О. Ю. Ефремов, А. Е. Шаповалова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. —311 с. https://biblio-online.ru/viewer/CDACDD6D-BBE6-4031-B028-717DF7BC910A/ritorika#page/1(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Маралов, В. Г. Педагогика и психология ненасилия в образовании : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Г. Маралов, В. А. Ситаров. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 424 с. https://biblio-online.ru/viewer/A46B84DD-E1EC-4960-93EF-5E29DC870C53/pedagogika-i-psihologiya-nenasiliya-v-obrazovanii#page/1(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Овчинникова, К. Р. Дидактическое проектирование электронного учебника в высшей школе: теория и практика : учебное пособие / К. Р. Овчинникова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 148 с. https://biblio-online.ru/viewer/BE4ABC72-D488-4A55-9A86-196D56DAA82D/didakticheskoe-proektirovanie-elektronnogo-uchebnika-v-vysshey-shkole-teoriya-i-praktika#page/1(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Попков, В. А. Теория и практика высшего образования : учебник для вузов / В. А. Попков, А. В. Коржуев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 342 с. 7

https://biblio-online.ru/viewer/19E28B9A-14E6-438E-A791-79763CD16382/teoriya-i-praktika-vysshego-obrazovaniya#page/2(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Профессиональная педагогика в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / В. И. Блинов [и др.] ; под общ. ред. В. И. Блинова. —М. : Издательство Юрайт, 2018. — 353 с. https://biblio-online.ru/viewer/481E053D-EF40-4D52-AA92-83833F810CEC/professionalnaya-pedagogika-v- 2- ch-chast-2#page/1(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Розов, Н. Х. Педагогика высшей школы : учебное пособие для вузов / Н. Х. Розов, В. А. Попков, А. В. Коржуев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 160 с. https://biblio-online.ru/viewer/2A296AFC-C411-4F1A-B055-CF2A626EA6DB/pedagogika-vysshey-shkoly#page/1(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература

1. Высоков, И. Е. Психология познания: учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Е. Высоков. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 399 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5- 9916-3967-5. http://www.biblio-online.ru/book/86ABB0BB-C8D9-4E86-AC6E-D06175A32457(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Серкин, В. П. Психосемантика: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. П. Серкин. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 318 с.— (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5- 9916-5393-0 http://www.biblio-online.ru/book/04C6E735-0420-4A2B-9C32-F00692D66329(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Социальная психология развития в 2 ч. Часть 1. : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. А. Ильин [и др.]. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 216 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). —ISBN 978-5-9916-7775-2. http://www.biblio-online.ru/book/6CDD81A4-FC30-43B2-9BFC-BC99B2AE76A7(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Социальная психология развития в 2 ч. Часть 2.: учебник для бакалавриата и магистратуры / В. А. Ильин [и др.]. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 395 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). —ISBN 978-5-9916-7776-9. http://www.biblio-online.ru/book/66501961-B357-4405-B03A-B62BEDF6928E(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Нуркова, В. В. Общая психология: учебник для вузов / В. В. Нуркова, Н. Б. Березанская. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 524 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-6659-6. http://www.biblio-online.ru/book/833C2C87-E784-42B3-84B2-B74365CEDA78(дата обращения: 20.03.2019) – Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) издания периодической печати

1. Alma Mater (Вестник высшей школы). Режим доступа: https://almavest.ru/(дата обращения: 20.03.2019) (открытый доступ).

2. Вопросы образования. Режим доступа: https://vo.hse.ru/(дата обращения: 20.03.2019) (открытый доступ).

3. Высшее образование в России. Режим доступа: http://www.vovr.ru/ (дата обращения: 20.03.2019) (открытый доступ).

4. Высшее образование сегодня. Режим доступа: http://hetoday.org/(дата обращения: 20.03.2019) (открытый доступ).

г) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. ЭБС издательства «Юрайт» https://biblio-online.ru/ (http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php) (неограниченный доступ).

2. ЭБС издательства «Лань» https://e.lanbook.com/ (http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php) (неограниченный доступ).8

3. Электронный каталог (АИБС «МАРК-SQL»): http://library.orelsau.ru/marcweb/ (http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php) (бессрочно).

4. Международная реферативная база данных Web of Science https://gaugn.ru/ru-ru/forstudent/WoS(неограниченный доступ).

5. Международная реферативная база данных Scopus https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic(неограниченный доступ).

11. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. В результате проведения промежуточной аттестации оценивается сформированность индикаторов компетенции ОПК-1, ОПК-1.4, ОПК-2: ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3. Вопросы к зачету по производственной практике «Педагогическая практика» обучающемуся могут быть заданы следующие вопросы:

1. Объект, предмет, задачи педагогики. Основные категории педагогики. Предмет педагогики высшей школы. Место педагогики высшей школы в системе наук.

2. Образование как социокультурный феномен.

3. Современное мировое образовательное пространство.

4. Система современного высшего образования в России.

5. Сущность и структура содержания образования. Принципы и критерии отбора содержания высшего образования.

6. Сущность и особенности педагогической технологии.

7. Технология модульного обучения.

8. Технология знаково-контекстного обучения.

9. Технология игрового обучения.

10. Дистанционное обучение.

11. Лекция в системе организационных форм обучения в вузе.

12. Психологические аспекты подготовки и чтения лекции.

13. Семинарские и практические занятия, лабораторный практикум. Виды, структура, функции семинарских занятий; специфика проведения практических занятий, требования к лабораторному практикуму.

14. Роль самостоятельной работы студентов в учебном процессе, её значение и сущность.

15. Управление самостоятельной работой студентов. Организация и виды самостоятельной работы. Методическое обеспечение и контроль самостоятельной работы.

16. Понятие об общении. Структура общения. Феномен педагогического общения. Стили педагогического общения.

17. Роль и функции педагога на современном этапе развития образования.

18. Понятие о педагогическом мастерстве. Критерии и уровни педагогического мастерства.

19. Формулирование и последовательность разработки индивидуального задания для выполнения обучающимся инженерного расчета.

20. Методики выполнения инженерных расчетов при проектировании новых технологий и объектов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения производственной педагогической практики

а) печатные издания:

Основная литература

1. Педагогика [текст]: учебное пособие / под. ред. П.И. Пидкасистого – 2 изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 502 с.

2. Психология познания. Учебник для бакалавриата и магистратуры. / Высоков И.Е., 2015.– М.: Юрайт, 2015. – ЭБС «Юрайт».

Дополнительная литература

1. Григорович Л.А. Педагогика и психология [текст]: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Гардарика, 2021. – 480 с.
2. Гребенюк О. С., Гребенюк Т. Б. Теория обучения. – М., 2021.
3. Островский Э. В., Чернышева Л. И. Психология и педагогика : учеб. пособие / под ред. Э. В. Островского. – М. : Вузовский учебник, 2021.
4. Бершадский М. Е. Дидактические и психологические основания образовательной технологии / М. Е. Бершадский, В. В. Гузеев. – М., 2021.
5. Беспалько В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. – М., 1995.
6. Сенашенко В. С. О подготовке преподавателей высш. школы на базе магистратуры / В. С. Сенашенко, Н. В. Сенаторова. – СПб., 2020.
7. Фокин Ю. Г. Преподавание и воспитание в высшей школе. – М., 2022.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

http://www.techno.stack.net - федеральный портал "Инженерное образование";
http:window.edu.ru - Единое окно доступа к информационным ресурсам;
http://www.aeer.cctpu.edu.ru - Ассоциация инженерного образования России;
http://www.inauka.ru - портал "Известия науки".
- ЭБС «ЛАНЬ» - http://www.e.lanbook.com;
- ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт» http://rucont.ru;
- ЭБС «Юрайт» http://www.biblio-online.ru/;
- ЭБС «Знаниум» - http://znanium.com/catalog.php;
- ЭБС «КнигаФонд» (Электронная библиотека) www.knigafund.ru;
- ЭБС «IPR-Smart» http://www.iprbookshop.ru.

13. Перечень информационных технологий, используемых при проведении производственной педагогической практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Программное обеспечение: Microsoft Windows; Microsoft Office; Kaspersky Endpoint Security для бизнеса. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника». – Режим доступа: https://partner-ufo.ru/proekty/selkhoztekhnika.html(неограниченный доступ).
2. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань». – Режим доступа: http://e.lanbook.com(неограниченный доступ).
3. Информационно-справочная система «Техэксперт». – Режим доступа: https://cntd.ru(неограниченный доступ).
4. Автоматизированная информационно-библиотечная система MARK-SQL-Internet. – Режим доступа: http://80.76.178.135(неограниченный доступ).

14. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по производственной практике.

Оформляется отдельным документом как приложение 1 к программе производственной практики.

15. Материально-техническое обеспечение. Приложение 9 к ООП Материально-техническое обеспечение основной образовательной программы

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Утверждаю:
Председатель методической комиссии
по направлению подготовки

35.04.06 _____Агроинженерия_____
(код) (название)

_____ Д. О. Олейник

«_20_» _____марта____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе
(Наименование производственной практики)

Уровень профессионального образования магистратура

Направление подготовки 35.04.06 - Агроинженерия

Магистерская программа «Цифровые технические системы в агробизнесе»

Квалификация (степень) выпускника магистр

Форма обучения очная, заочная

Курс 1 Семестр 2

Дифференцированный зачет 2 семестр

Рязань 2024 г

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 35.04.06 Агроинженерия,

утвержденного ___26 июля 2017 года № 709_____

(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчик:

доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ Олейник Д.О.

(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Зав. кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» _____ /А.Н. Бачурин/

(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

1. Цель производственной практики «Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе»

Целью практики является формирование у обучающихся первичных профессиональных умений и первичного опыта профессиональной деятельности в сфере эксплуатации и сервиса технических систем.

2. Задачи производственной практики «Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе»

Задачами производственной практики являются:

формирование у обучающихся готовности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

формирование у обучающихся готовности руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этические, конфессиональные и культурные различия;

формирование у обучающихся способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения;

формирование у обучающихся способности и готовности организовывать на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной обработки продукции растениеводства и животноводства;

формирование у обучающихся готовности к организации технического обеспечения производственных процессов на предприятиях;

формирование у обучающихся способности и готовности рассчитывать и оценивать условия и последствия (в том числе экологические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения высокоточных технологий производства сельскохозяйственной продукции;

формирование у обучающихся способности и готовности применять знания о современных методах исследований;

формирование у обучающихся способности и готовности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере;

формирование у обучающихся способности к проектной деятельности на основе системного подхода, умение строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ;

формирование у обучающихся способности проведения инженерных расчетов для проектирования систем и объектов;

формирование у обучающихся готовности осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и

другим нормативным документам;

формирование у обучающихся способности проектировать содержание и технологию преподавания, управлять учебным процессом.

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)
13 Сельское хозяйство	технологический	Выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	технологический	Обеспечение эффективного использования и надежной работы сложных технических систем при производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания,

			диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	технологический	Поиск путей сокращения затрат на выполнение механизированных, электрифицированных и автоматизированных производственных процессов	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	технологический	Разработка технических заданий на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации,	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и

		электрификации, автоматизации и средств технологического оснащения	животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	технологический	Разработка мероприятий по повышению эффективности производства, изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	организационно - управленческий	Анализ экономической эффективности технологических	Машинные технологии и системы машин для производства,

		процессов и технических средств, выбор из них оптимальных для условий конкретного производства	хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	организационно - управленческий	Прогнозирование и планирование режимов энерго- и ресурсопотребления	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения

	организационно - управленческий	Оценка рисков при внедрении новых технологий	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	организационно - управленческий	Поиск решений технического обеспечения производства продукции (оказания услуг) на предприятии повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические

			установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	организационно - управленческий	Адаптация современных систем управления качеством к конкретным условиям производства	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	организационно - управленческий	Проведение маркетинга и подготовка бизнес-планов производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные

			технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	организационно - управленческий	Координация работы персонала при комплексном решении инновационных проблем - от идеи до реализации на производстве	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	организационно - управленческий	Организация и контроль работы по охране труда	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания

			машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	проектный	Проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	проектный	Проектирование технологических процессов производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственн	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания,

		ой техники	диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	проектный	Проектирование систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
01 Образование и наука	педагогический	Выполнение функций преподавателя в образовательных организациях	Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно - методические и учебно - методические материалы

	научно - исследовательский	Анализ российских и зарубежных тенденций развития механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	научно - исследовательский	Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические

			установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	научно - исследовательский	Разработка программ проведения научных исследований	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	научно - исследовательский	Выбор стандартных и разработка частных методик проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные

			технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	научно - исследовательский	Разработка физических и математических моделей, проведение теоретических и экспериментальных исследований процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, электрификации, автоматизации сельскохозяйственного производства, переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	научно - исследовательский	Проведение стандартных испытаний сельскохозяйственной техники, электрооборудования, средств автоматизации и технического сервиса	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания

			машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	научно - исследовательский	Решение задач в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	организационно - управленческий	Подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований	Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно - методические и учебно - методические материалы

3. Место производственной практики в структуре ООП магистратуры

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности относится к практическому циклу Б2.В.01(П).
Область профессиональной деятельности выпускников включает:
01 Образование и наука (в сфере научных исследований);
13 Сельское хозяйство.

Объекты профессиональной деятельности выпускников являются:
- машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства;
- технологии и средства мелкосерийного производства сельскохозяйственной техники;
- технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования;
- электрифицированные и автоматизирован-ные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного и бытового назначения.

4. Вид практики Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе

Способ проведения практики стационарная и/или выездная

Тип практики Производственная

4.1. Вид, способы и форма проведения практики, применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Вид практики – Научно-исследовательская работа

Проводится с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

4.2. Наличие практической подготовки:

— практика, реализуется частично в форме практической подготовки, отдельные задания (из числа выдаваемых/выполняемых студентом) реализуются в форме практической подготовки.

4.3. Виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью и направленные на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю технические системы в агробизнесе.

Инструктаж по производственной практике. Инструктаж по технике безопасности.

Ознакомление с научно-производственной базой.

Сбор информации

Анализ производственных процессов

Проведение работ/измерений/наблюдений

Анализ результатов производственной деятельности

Подготовка отчета по практике

Форма проведения производственной практики «Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе» - непрерывная.

Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе проводится в соответствии с выбранной тематикой магистерской диссертации, для получения профессиональных умений и опыта в эксплуатации машин оборудования и организации сервиса технических систем.

Самостоятельно или под руководством закрепленного руководителя практики студент выполняет поручения по распоряжению руководства, например, функции инженера, конструктора, технолога, механика, мастера и т.п.

5. Место и время проведения производственной практики «Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе».

Практика должна проводиться на агропромышленных предприятиях, станциях технического обслуживания или технического сервиса, ремонтно-технических предприятиях (РТП), машинно-технологических станциях (МТС), заводах сельскохозяйственного машиностроения, пищевых и перерабатывающих предприятиях, а так же в научно-исследовательских организациях, лабораториях и на кафедрах ВУЗов.

Для инвалидов место проведения производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности выбирается с учетом специфики ограничения возможностей и наличия рабочих мест, оборудованных для инвалидов.

Сроки проведения практики устанавливаются согласно учебному плану магистрантов на 1 курсе во 2 семестре – 6 недель (очная форма обучения).

6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной практики «Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе».

В результате прохождения производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности обучающийся должен приобрести следующие профессиональные компетенции:

Таблица – профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания *(при необходимости)*	Категория профессиональных компетенций *(при необходимости)*	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация			Технические системы в агробизнесе,		
Тип задач профессиональной деятельности:			технологический		
Выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Обеспечение эффективного использования и надежной работы сложных технических систем при производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции Поиск путей сокращения затрат на выполнение механизированных, электрифицированных и автоматизированных производственных процессов Разработка	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические		ПК-1. Способен осуществлять выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции	ПК-1.1Владеет навыками выбора машин для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции ПК-1.2 Владеет навыками выбора оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции	13.001 Специалист в области механизации сельского хозяйства

технических заданий на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации, электрификации, автоматизации и средств технологического оснащения Разработка мероприятий по повышению эффективности производства, изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства	установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения				
			ПК-2. Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу сложных технических систем при производстве сельскохозяйственной продукции	ПК-2.1 Владеет навыками эффективного использования сложных технических систем при производстве сельскохозяйственной продукции ПК-2.2 Владеет навыками эффективного обеспечения надежной работы сложных технических систем	

				при производстве сельскохозяйственной продукции	
			ПК-4. Способен осуществлять выбор машин и оборудования для проведения ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	ПК-4.1 Владеет методикой выбора машин для проведения ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования ПК-4.2 Владеет методикой выбора оборудования для проведения ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	
			ПК-5. Способен разрабатывать мероприятия по повышению эффективности производства, изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства	ПК-5.1 Разрабатывает мероприятия по повышению эффективности производства ПК-5.2 Разрабатывает мероприятия по изысканию способов восстановления или утилизаци	

				и изношенных изделий и отходов производства	
			ПК-9. Способен прогнозировать и планировать потребление материальных, энергетических и трудовых ресурсов	ПК-9.1 Прогнозирует потребление материальных, энергетических и трудовых ресурсов ПК-9.2 Планирует потребление материальных, энергетических и трудовых ресурсов	
Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий					
Анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств, выбор из них оптимальных для условий конкретного производства Прогнозирование и планирование режимов энерго- и ресурсопотребления Оценка рисков при внедрении новых технологий Поиск решений технического	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и		ПК-12. Способен находить решения по сокращению затрат на выполнение механизированных производственных процессов	ПК-12.1 Использует решения по сокращению затрат на выполнение механизированных производственных процессов ПК-12.2 Использует решения по сокращению затрат на инженерное обеспечение эксплуатации и севиса машинно-тракторного парка	13.001 Специалист в области механизации сельского хозяйства

обеспечения производства продукции (оказания услуг) на предприятии повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности Адаптация современных систем управления качеством к конкретным условиям производства Проведение маркетинга и подготовка бизнес- планов производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг Координация работы персонала при комплексном решении инновационных проблем - от идеи до реализации на производстве Организация и контроль работы по охране труда Подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований	животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы				
			ПК-13.	ПК-13.1	

			Способен проводить анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	Проводит анализ экономической эффективности технологических процессов для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования ПК-13.2 Проводит анализ экономической эффективности технических средств для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	
			ПК-14. Способен находить решения по сокращению затрат на выполнение технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	ПК-14.1 Находит решения по сокращению затрат на выполнение технического обслуживания сельскохозяйственной техники и оборудования	

				ПК-14.2 Находит решения по сокращению затрат на выполнение ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	
			ПК-19. Способен проектировать технологические процессы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники	ПК-19.1 Проектирует технологические процессы технического обслуживания сельскохозяйственной техники ПК-19.2 Проектирует технологические процессы ремонта сельскохозяйственной техники	
Тип задач профессиональной деятельности: проектный					
			ПК-28. Способен проводить стандартные испытания сельскохозяйственной техники	ПК-28.1 Владеет навыками проведения стандартных испытаний сельскохозяйственной техники ПК-28.2 Владеет навыками выбора методик проведения испытаний	

				сельскохозяйственной техники	
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский					
			ПК-30. Способен проводить стандартные испытания оборудования для технического сервиса	ПК-30.1 Выбирает методики проведения стандартных испытаний оборудования для технического сервиса ПК-30.2 Проводит стандартные испытания оборудования для технического сервиса	

7. Структура и содержание производственной практики

«Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе».

Общая трудоемкость научно-производственной практики составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

Работа по практической подготовке связанной с будущей профессиональной деятельностью 324 часа.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Компетенции	Практическая подготовка
1	**Подготовительный этап** Инструктаж по производственной практике. Инструктаж по технике безопасности.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-9; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-19; ПК-28; ПК-30	Инструктаж по производственной практике. Инструктаж по технике безопасности.
2	**Экспериментальный этап.** Ознакомление с научно-производственной базой. Сбор информации Анализ производственных процессов Проведение работ/измерений/наблюдений Анализ результатов производственной деятельности	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-9; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-19; ПК-28; ПК-30	Ознакомление с научно-производственной базой. Сбор информации Анализ производственных процессов Проведение работ/измерений/на

			блюдений Анализ результатов производственной деятельности
3	**Подготовка отчета по практике**	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-9; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-19; ПК-28; ПК-30	Подготовка отчета по практике

8. Форма отчетности по практике

1. Рабочий график (план);
2. Дневник;
3. Отчет;
4. Характеристика с места работы;
5. Командировочное удостоверение;
6. Другие документы, характеризующие прохождение практики, формы учета ремонта и отчетности.

Указанные документы, исключая отчет, а также представленные в оригинале (инструкции, наставления, рекомендации и т.д.) должны быть заверены подписью руководителя практики и соответствующей печатью. Отчет подписывает только практикант.

9. Образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на производственной практике

«Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе».

В процессе прохождения производственной практики должны применяться следующие образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии: наблюдение, беседа, сбор, первичная обработка, систематизация и анализ материалов, получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; описание полученного на практике опыта в журнале и отчете по производственной практике.

Перед началом производственной практики студентам необходимо ознакомиться с правилами безопасной работы и пройти инструктаж по технике безопасности. В начале каждого раздела (этапа) производственной практики студентам могут быть прочитаны установочные лекции, отражающие основные моменты и алгоритмы действия.

При выполнении различных этапов производственной практики обучающийся может использовать типовые рекомендации, учебную литературу, интернет-ресурсы, необходимые для углубленного изучения, личные консультации с руководителем производственной практики. Предусматривается проведение самостоятельной работы студентов на всех этапах производственной практики и обработки получаемых данных, в том числе при составлении отчета по производственной практике.

Каждому студенту-практиканту выдается индивидуальное задание руководителем практики от вуза. В зависимости от объема работы задание

может выполняться одним студентом или небольшой группой студентов.

Задание выдается с целью более глубокого изучения отдельных вопросов профессиональной деятельности. Необходимо иметь в виду, что в индивидуальном задании должны быть и элементы собственной, а не групповой работы по рассматриваемому вопросу. Результаты выполнения индивидуального задания могут быть доложены на конференции НИРС и использованы при выполнении ВКР.

10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на производственной практике «Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе».

Основные рекомендации по обеспечению самостоятельной работы студентов на производственной практике изложены в учебно-методических документах:

- Методические рекомендации по выполнению заданий и подготовке отчета по итогам производственной практике - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (уровень магистратуры), 2020 г. Электронная библиотека РГАТУ [Электронный ресурс] – Режим доступа http://bibl.rgatu.ru/web

- рекомендуется также использование материалов, изложенных в п. 11 настоящей программы.

11. Формы промежуточной аттестации по итогам прохождения производственной практики «Производственная практика - Эксплуатационная практика по техническим системам в агробизнесе».

Форма промежуточной аттестации по практике – дифференцированный зачет во 2 семестре.

Завершением производственной практики служит оформление и защита студентом отчета. Защита проводится в форме собеседования

За период прохождения производственной практики студент готовит и представляет руководителю от вуза до завершения практики, но не позднее 5 дней до зачета (включая выходные и праздничные дни) следующие отчетные документы:

- индивидуальный план производственно-технологической практики;
- дневник производственно-технологической практики;
- научный отчет о производственно-технологической практике;
- письменный отзыв руководителя практики от предприятия о работе студента в период производственной практики с рекомендованной оценкой.

Все указанные документы заверяются подписью руководителя практики.

При оценке работы студента в период практики руководитель исходит из следующих критериев:

- общая систематичность и ответственность работы в ходе производственной практики (посещение производственно-технологической базы, консультации с руководителем практики, выполнение индивидуального плана);
- степень личного участия студента в представляемых в отчете о практике результатах работы;
- качество выполнения поставленных задач;
- корректность в сборе, анализе и интерпретации представляемых данных;
- качество оформления отчетных документов.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение производственной практики «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».

12.1. Основная литература

1. Гордеев, А.С. Моделирование в агроинженерии [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2018. — 380 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45656

2. Гордеев, А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Гордеев, Д.Д. Огородников, И.В. Юдаев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2018. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42194 — ЭБС «Лань»

12.2 Дополнительная литература

1. Вайнруб В.И., Мишин П.В., Хузин В.Х. Технология производственных процессов и операций в растениеводстве.- Чебоксары: Изд. «Чувашия», 1999.- 456 с.

2. Богатырев, В. А. Информационные системы и технологии. Теория надежности : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. А. Богатырев. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 318 с. ЭБС Юрайт

3. Максимов, И.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 407 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php? ЭБС Лань

4. Кленин Н.И., Киселев С.Н., Левшин А.Г. Сельскохозяйственные машины [Текст].- М.: КолосС , 2008.– 816с.

5. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация В 2 Т : Учебник / Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г. - 5-е изд. ; пер. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2015. – 831. ЭБС Юрайт

6. Обеспечение надежности сложных технических систем [Текст] : учебник / Дорохов, Александр Николаевич [и др.]. - СПб. : Лань, 2011. - 352 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

7. Малкин, В.С. Техническая диагностика [Текст] : учебное пособие / Малкин, Владимир Сергеевич. - СПб. : Лань, 2013. - 272 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

8. Лачуга Ю.Ф., Ксендзов В.А. Теоретическая механика: Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агроинженерным специальностям . – 3-е изд.; переработанное и доп. – М.: КолосС, 2010. – 576 с.

9. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Агроинженерия" / Под ред. О.А. Леонова. - М. : КолосС, 2009. - 568 с.

10. Немогай, Н.В. Стандартизация и сертификация продукции [Текст] : пособие для студентов вузов / Немогай, Николай Викторович. - Минск : ТетраСистемс, 2010. - 240 с.

11. Баженов, Ю.В. Основы теории надежности машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Автомобили и автомобильное хозяйство", "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (по отраслям)" / Баженов, Юрий Васильевич. - М. : ФОРУМ, 2014. - 320 с. -

12. Носов, В.В. Диагностика машин и оборудования [Текст] : учебное пособие / Носов, Виктор Владимирович. - 2-е изд. ; испр. и доп. - СПб. : Лань, 2012. - 384 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

13. Диагностика и техническое обслуживание машин [Текст] : учебник / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. - М. : Академия, 2008. - 432 с.

14. Баженов, С.П. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов [Текст] : учебник для студентов вузов, обуч. по спец. "автомобиле- и тракторостроение" / Баженов, Светослав Петрович, Казьмин, Борис Николаевич, Носов, Сергей Владимирович ; под ред. проф. С.П. Баженова. - 5-е изд. ; стереотип. - М. : Академия, 2011. - 336 с. - (Высшее профессиональное образование).

15. Технология ремонта машин [Текст] : учебник для студ. высш. учеб. заведений по спец. 110304 "Технология обслуживания и ремонта машин в АПК" / Под ред. проф. Е.А. Пучина. - М. : КолосС, 2011. - 488 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

12.3 Периодическая литература

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, 2017. – Ежекварт. – ISSN 2077-2084.

12.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБ «Академия». - Режим доступа: http://www.academia-moscow.ru/

ЭБС «Юрайт». Режим доступа:http://www.biblio-online.ru
ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16402
ЭБС «Лань». – Режим доступа: . http://e.lanbook.com/

13. Перечень информационных технологий, используемых при проведении производственной практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)_

Программное обеспечение

Название ПО	№ лицензии	Количество мест
Office 365 для образования E1 (преподавательский)	70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420	без ограничений
Windows XP Professional SP3 Rus	63508759	без ограничений
7-Zip	свободно распространяемая	без ограничений
Mozilla Firefox	свободно распространяемая	без ограничений
Thunderbird	свободно распространяемая	без ограничений
Adobe Acrobat Reader	свободно распространяемая	без ограничений
Справочная Правовая Система Консультант Плюс	договор 2674	без ограничений

Информационно-справочные системы
ЭБ РГАТУ - http://www.rgatu.ru;
ЭБ «Академия». - Режим доступа: http://www.academia-moscow.ru/
ЭБС «Юрайт». Режим доступа:http://www.biblio-online.ru
ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16402
ЭБС «Лань». – Режим доступа: . http://e.lanbook.com/

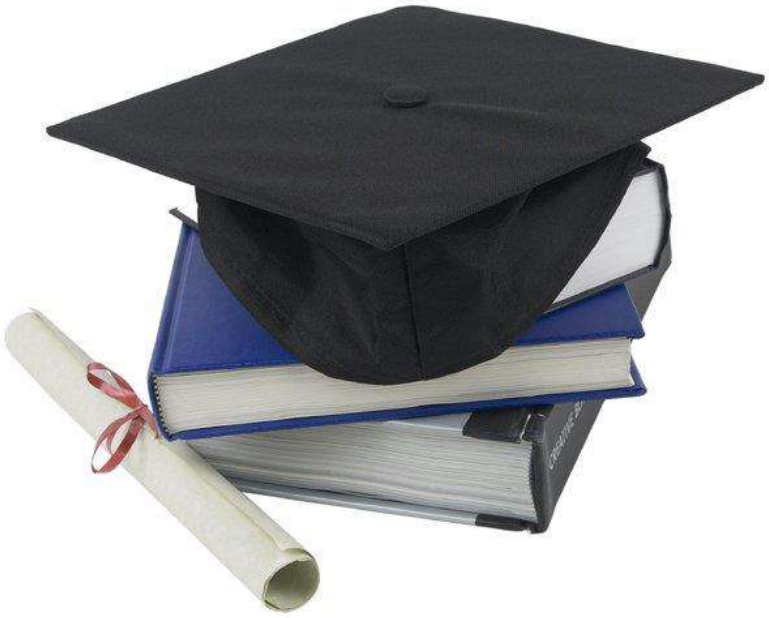
14.Фонды оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся (приложение 1)

15. Материально-техническое обеспечение. Приложение 9 к ООП
Материально-техническое обеспечение основной образовательной программы

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Выпускная квалификационная работа магистра инженерного факультета



Рязань 2024

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

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

Выпускная квалификационная работа магистра инженерного факультета

Методические указания

по выполнению и защите выпускных квалификационных работ магистров (магистерских диссертаций) для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.04.06 АГРОИНЖЕНЕРИЯ

Рязань 2024

Методические указания по выполнению и защите выпускных квалификационных работ магистров (магистерских диссертаций) для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.04.06 АГРОИНЖЕНЕРИЯ инженерного факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) разработаны с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «26» июля 2017 г. № 709 и ПОЛОЖЕНИЯ о проведении 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» утвержденном Ученым советом ФГБОУ ВО РГАТУ от «20» марта 2024года (протокол № 8).

Составители:

Бачурин А.Н. – декан инженерного факультета, заведующий кафедрой эксплуатации машинно-тракторного парка, к.т.н., доцент;

Бышов Д.Н. – к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка;

Бышов Н.В. – д.т.н., профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка;

Гобелев С.Н. – к.т.н., доцент кафедры электроснабжения;

Каширин Д.Е. – д.т.н., заведующий кафедрой электроснабжения;

Крыгин С.Е. – заместитель декана инженерного факультета, старший преподаватель кафедры технических систем в агропромышленном комплексе;

Олейник Д.О. – к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка;

Рембалович Г.К. – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой технологии металлов и ремонта машин;

Ульянов В.М. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технических систем в агропромышленном комплексе;

Фатьянов С.О. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электротехники и физики;

Федоскина И.В. – к.э.н., доцент кафедры экономики и менеджмента;

Рецензенты:

зав. кафедрой строительства инженерных сооружений и механики,
д.т.н., профессор С.Н.Борычев.

профессор кафедры автотрактоной техники и теплоэнергетики,
д.т.н., доцент И.Б. Тришкин

Председатель учебно-методической

направления подготовки 35.04.06 Д.О. Олейник

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАФИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА 32

2. ВЫБОР ХАРАКТЕРА МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ 37

3. СТРУКТУРА МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ 42

4. ОБЩИЕ ТРЕДОВАНИЯ ОФОРМЛЕНИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ 54

4.1. Общие требования 54

4.2. Формулы 55

4.3. Примечания 56

4.4. Оформление иллюстраций 57

4.5. Таблицы и их оформление 58

4.6. Приложения 59

4.7. Нумерация страниц 60

4.8. Список использованной литературы 60

5. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ 63

5.1. Форматы чертежей 63

5.2. Основная надпись 64

5.3. Спецификация 66

6. ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ 71

6.1. Структура обозначения 71

6.2. Схемы и их обозначение 72

7. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ 73

7.1. Оформление рабочих чертежей 73

7.2. Надписи на рабочих чертежах 73

7.3. Нанесение размеров и предельных отклонений 74

7.4. Обозначения шероховатости поверхности 78

7.5. Обозначение шероховатости на чертежах 79
7.6. Материалы и их обозначения 82
7.6.1. Чугуны 82
7.6.2. Стали 83
7.6.3. Цветные металлы и сплавы 84
7.7. Обозначение покрытий, обработки и показателей свойств материалов 85
7.7.1. Обозначения покрытий 85
7.7.2. Показатели свойств материалов 87
7.8. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей 88
7.9. Чертежи нестандартных (оригинальных) деталей 92
8.СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ 94
8.1. Изображения на сборочном чертеже 94
8.2. Номера позиций 95
8.3. Сварные соединения 96
8.4. Надписи на сборочных чертежах 98
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТРУРЫ 100
ПРИЛОЖЕНИЯ 107

ВВЕДЕНИЕ

Развитие агропромышленного комплекса (АПК) России в настоящее время должно быть направлено на решение основной задачи – увеличение производства и конкурентноспособности продукции растениеводства и животноводства.

Механизация, электрификация и автоматизация сельского хозяйства, а также эффективное использование сельскохозяйственных машин и оборудования занимает особое место в АПК.

Только высококвалифицированная инженерная служба предприятий всех форм собственности в состоянии решать подобные задачи. В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» квалификация «магистр» является подтверждением более высокого образовательного статуса (по сравнению с квалификацией «бакалавр») и готовности к принятию производственно-технологических, организационно-управленческих и иных решений в условиях производства.

Государственная итоговая аттестация осуществляется с целю определения уровня подготовки выпускника университета (обучающегося) освоившего основную образовательную программу по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия и соответствие результатов освоения требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «26» июля 2017 г. № 709.

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу, могут осуществлять профессиональную деятельность:

– 13 Сельское хозяйство

– 01 Образование и наука

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

– организационно-управленческий

– педагогический

– технологический

– проектный

– научно-исследовательский

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

– Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения

– Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы.

Государственная итоговая аттестация обучающихся в магистратуре на инженерном факультете ФГБОУ ВО РГАТУ проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы магистра и сдачи государственного экзамена.

Выпускная квалификационная работа в соответствии с магистерской программой выполняется в виде магистерской диссертации в период прохождения производственных практик, выполнения научно-исследовательской работы и представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида или видов деятельности принятых как основных, по результатам защиты которой Государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) принимает решение о присвоении квалификации (степени) «магистр».

Выпускная квалификационная работа магистра по направлению подготовки 35.04.04 Агроинженерия может выполнятся по одному из видов подготовки к профессиональной деятельности:

– организационно-управленческая

– педагогическая

– технологическая

– проектная

– научно-исследовательская

При выполнении выпускной квалификационной работы обучающиеся должны показать свою способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне на объектах профессиональной деятельности профессиональные задачи, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

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 критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.2. Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.3. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения УК-1.4. Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как

		последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения УК-2.2. Способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата УК-2.3. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения УК-2.4. Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами УК-2.5. Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-

		практических семинарах и конференциях УК-2.6. Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение)
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует работу команды для достижения поставленной цели УК-3.2. Учитывает в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий УК-3.3. Обладает навыками преодоления возникающих в команде разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон УК-3.4. Предвидит результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий УК-3.5. Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды. Организует обсуждение разных идей и мнений
Коммуникация	УК-4. Способен применять современные	УК-4.1. Демонстрирует интегративные умения, необходимые для

	коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	написания, письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.) УК-4.2. Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные УК-4.3. Демонстрирует интегративные умения, необходимые для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1. Адекватно объясняет особенности поведения и мотивации людей различного социального и культурного происхождения в процессе взаимодействия с ними, опираясь на знания причин появления социальных обычаев и различий в поведении людей УК-5.2. Владеет навыками создания недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на	УК-6.1. Находит и творчески использует имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития УК-6.2. Самостоятельно выявляет мотивы и стимулы для саморазвития, определяя реалистические цели

	основе самооценки	профессионального роста УК-6.3. Планирует профессиональную траекторию с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда

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 анализировать современные проблемы науки и производства, решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации	ОПК-1.1. Знает основные методы анализа достижений науки и производства в агроинженерии ОПК-1.2. Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов ОПК-1.3. Выделяет научные результаты, имеющие практическое значение в агроинженерии ОПК-1.4. Применяет доступные технологии, в том числе информационно-коммуникационные, для решения задач профессиональной деятельности в агроинженерии
	ОПК-2. Способен передавать профессиональные знания с использованием	ОПК-2.1. Знает педагогические, психологические и методические основы развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях

	современных педагогических методик	различного вида ОПК-2.2. Знает современные образовательные технологии профессионального образования (профессионального обучения) ОПК-2.3. Передает профессиональные знания в области агроинженерии, объясняет актуальные проблемы и тенденции ее развития, современные технологии сельскохозяйственного производства
	ОПК-3. Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии ОПК-3.2. Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии
	ОПК-4. Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы	ОПК-4.1. Анализирует методы и способы решения исследовательских задач ОПК-4.2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований в агроинженерии ОПК-4.3. Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач
	ОПК-5. Способен осуществлять технико-	ОПК-5.1. Владеет методами экономического анализа и учета

	экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности	показателей проекта в агроинженерии ОПК-5.2. Анализирует основные производственно-экономические показатели проекта в агроинженерии ОПК-5.3. Разрабатывает предложения по повышению эффективности проекта в агроинженерии
	ОПК-6. Способен управлять коллективами и организовывать процессы производства	ОПК-6.1. Умеет работать с информационными системами и базами данных по вопросам управления персоналом ОПК-6.2. Определяет задачи персонала структурного подразделения, исходя из целей и стратегии организации ОПК-6.3. Применяет методы управления межличностными отношениями, формирования команд, развития лидерства и исполнительности, выявления талантов, определения удовлетворенности работой

Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания *(при необходимости)*	Категория профессиональных компетенций *(при необходимо*	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)

		сти)			
Направленность (профиль), специализация			Технические системы в агробизнесе, Электрооборудование и электротехнологии		
Тип задач профессиональной деятельности:			технологический		
Выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Обеспечение эффективного использования и надежной работы сложных технических систем при производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции Поиск путей сокращения затрат на выполнение механизированных, электрифицированных и автоматизированных производственных процессов Разработка технических заданий на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации,	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и		ПК-1. Способен осуществлять выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции	ПК-1.1Владеет навыками выбора машин для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции ПК-1.2 Владеет навыками выбора оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции	13.001 Специалист в области механизации сельского хозяйства

электрификации, автоматизации и средств технологического оснащения Разработка мероприятий по повышению эффективности производства, изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства	средства автоматизации сельскохозяйственного назначения				
			ПК-2. Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу сложных технических систем при производстве сельскохозяйственной продукции	ПК-2.1 Владеет навыками эффективного использования сложных технических систем при производстве сельскохозяйственной продукции ПК-2.2 Владеет навыками эффективного обеспечения надежной работы сложных технических систем при производстве	

				сельскохозяйственной продукции	
			ПК-3. Способен разработать технические задания на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации сельскохозяйственного производства	ПК-3.1 Умеет выявлять перечень требований, условий, целей и задач на проектирование или изготовление нестандартных средств механизации сельскохозяйственного производства, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции ПК-3.2 Умеет разрабатывать техническое задания на проектирование или изготовление нестандартных средств механизац	

				ии сельскохозяйственного производства, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	
			ПК-4. Способен осуществлять выбор машин и оборудования для проведения ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	ПК-4.1 Владеет методикой выбора машин для проведения ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования ПК-4.2 Владеет методикой выбора оборудования для проведения ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	
			ПК-5. Способен разрабатывать мероприятия по повышению эффективности производства, изысканию способов восстановления	ПК-5.1 Разрабатывает мероприятия по повышению эффективности	

			или утилизации изношенных изделий и отходов производства	производства ПК-5.2 Разрабатывает мероприятия по изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства	
			ПК-6. Способен осуществлять выбор машин и оборудования для электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства	ПК-6.1 Владеет навыками выбора машин для электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства ПК-6.2 Владеет навыками выбора оборудования для электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства	
			ПК-7. Способен обеспечить эффективную эксплуатацию сложных	ПК-7.1 Обеспечивает эффективную	

			технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства	эксплуатацию сложных технических систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства ПК-7.2 Обеспчивает надежную работу электрооборудования и систем электроснабжения предприятия АПК	
			ПК-8. Способен разработать технические задания на проектирование и изготовление нестандартных машин и оборудования для электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства	ПК-8.1 Разрабатывает технические задания на проектирование и изготовление нестандартных машин и оборудования для электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства ПК-8.2	

				Умеет выявлять перечень требований, условий, целей и задач на проектирование или изготовление нестандартных средств механизации сельскохозяйственного производства, приборов, аппаратов, оборудования для электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства	
Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий					
Анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств, выбор из них оптимальных для условий конкретного производства Прогнозирование и планирование режимов	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства		ПК-9. Способен прогнозировать и планировать потребление материальных, энергетических и трудовых ресурсов	ПК-9.1 Прогнозирует потребление материальных, энергетических и трудовых ресурсов ПК-9.2 Планирует потребление материальных,	13.001 Специалист в области механизации сельского хозяйства

энерго- и ресурсопотребления Оценка рисков при внедрении новых технологий Поиск решений технического обеспечения производства продукции (оказания услуг) на предприятии повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности Адаптация современных систем управления качеством к конкретным условиям производства Проведение маркетинга и подготовка бизнес- планов производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг Координация работы персонала при комплексном решении инновационных проблем - от идеи до реализации на производстве	испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы			энергетических и трудовых ресурсов	

Организация и контроль работы по охране труда Подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований					
			ПК-10. Способен провести маркетинг и подготовить бизнес- планы производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг	ПК-10.1 Владеет навыками маркетинга производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг ПК-10.2 Владеет навыками подготовки бизнес-планов производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг	
			ПК-11. Способен провести анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств, выбрать	ПК-11.1 Анализирует экономическую эффективность технологических процессов и	

			оптимальные для условий конкретного производства	технических средств ПК-11.2 Анализирует экономическую эффективность технических средств, выбирает оптимальные для условий конкретного производства	
			ПК-12. Способен находить решения по сокращению затрат на выполнение механизированных производственных процессов	ПК-12.1 Использует решения по сокращению затрат на выполнение механизированных производственных процессов ПК-12.2 Использует решения по сокращению затрат на инженерное обеспечение эксплуатации и севиса машинно-тракторного парка	
			ПК-13. Способен проводить анализ	ПК-13.1 Проводит анализ экономиче	

			экономической эффективности технологических процессов и технических средств для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	ской эффективности технологических процессов для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования ПК-13.2 Проводит анализ экономической эффективности технических средств для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	
			ПК-14. Способен находить решения по сокращению затрат на выполнение технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	ПК-14.1 Находит решения по сокращению затрат на выполнение технического обслуживания сельскохозяйственной техники и	

				оборудования ПК-14.2 Находит решения по сокращению затрат на выполнение ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования	
			ПК-15. Способен провести анализ экономической эффективности электрифицированных и автоматизированных производственных процессов	ПК-15.1 Проводит анализ экономической эффективности электрифицированных производственных процессов ПК-15.2 Проводит анализ экономической эффективности автоматизированных производственных процессов	
			ПК-16. Способен находить решения по сокращению затрат на выполнение электрифицированных и автоматизированных	ПК-16.1 Находит решения по сокращению затрат на выполнение электрифицированных и	

			производственных процессов	автоматизированных производственных процессов ПК-16.2 Находит решения по сокращению затрат на выполнение электрифицированных и автоматизированных производственных процессов	
Тип задач профессиональной деятельности: проектный					
Проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Проектирование технологических процессов производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства		ПК-17. Способен осуществлять проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	ПК-17.1 Проектирует машины и их рабочие органы для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции ПК-17.2 Проектирует приборы, аппараты, оборудование для инженерного обеспечения производства	13.001 Специалист в области механизации сельского хозяйства

сельскохозяйственной техники Проектирование систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения	и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения			сельскохозяйственной продукции	
			ПК-18. Способен проектировать технологические процессы производства сельскохозяйственной продукции и эффективную эксплуатацию средств механизации	ПК-18.1 Проектирует технологические процессы производства сельскохозяйственной продукции ПК-18.2 Проектирует эффективную эксплуатацию средств механизации	
			ПК-19. Способен проектировать технологические процессы технического обслуживания и ремонта	ПК-19.1 Проектирует технологические процессы технического	

			сельскохозяйственной техники	обслуживания сельскохозяйственной техники ПК-19.2 Проектирует технологические процессы ремонта сельскохозяйственной техники	
			ПК-20. Способен осуществлять проектирование систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения	ПК-20.1 Проектирует системы энергообеспечения для объектов сельскохозяйственного назначения ПК-20.2 Проектирует системы электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения	
Тип задач профессиональной деятельности: педагогический					
Выполнение функций преподавателя в образовательных организациях	Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы		ПК-21. Готов выполнять функции преподавателя в образовательных организациях	ПК-21.1 Выполняет функции преподавателя в образовательных организациях ПК-21.2 Разрабатыв	

				ает элементы учебно-методического обеспечения преподаваемых дисциплин	
			ПК-22. Способен провести повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений, осуществляющих механизацию технологических процессов в сельскохозяйственном производстве	ПК-22.1 Проводит повышение квалификации сотрудников подразделений, осуществляющих механизацию технологических процессов в сельскохозяйственном производстве ПК-22.2 Проводит повышение тренинг сотрудников подразделений, осуществляющих механизацию технологических процессов в сельскохозяйственном	

				производстве	
			ПК-23. Способен проводить повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений, осуществляющих обслуживание, хранение, ремонт и восстановление деталей сельскохозяйственных машин	ПК-23.1 Проводит повышение квалификации сотрудников подразделений, осуществляющих обслуживание, хранение, ремонт и восстановление деталей сельскохозяйственных машин ПК-23.2 Проводит повышение тренинг сотрудников подразделений, осуществляющих обслуживание, хранение, ремонт и восстановление деталей сельскохозяйственных машин	
			ПК-24. Способен провести повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений,	ПК-24.1 Проводит повышение квалификации сотрудников	

			осуществляющих электрификацию и автоматизацию технологических процессов в сельскохозяйственном производстве	подразделений, осуществляющих электрификацию и автоматизацию технологических процессов в сельскохозяйственном производстве ПК-24.2 Проводит повышение тренинги для сотрудников подразделений, осуществляющих электрификацию и автоматизацию технологических процессов в сельскохозяйственном производстве	
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский					
Анализ российских и зарубежных тенденций развития механизации, электрификации и автоматизации технологическ	Машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства;		ПК-25. Способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового	ПК-25.1 Решает задачи в области развития техники и технологии с учетом нормативного	Анализ опыта профессиональной деятельности

их процессов в сельскохозяйственном производстве Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования Разработка программ проведения научных исследований Выбор стандартных и разработка частных методик проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов Разработка физических и математических моделей, проведение теоретических и экспериментальных исследований процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, электрификации, автоматизации сельскохозяйственного производства, переработки сельскохозяйственной продукции,	технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих производств; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения		регулирования в сфере интеллектуальной собственности	правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности ПК-25.2 Решает задачи в области развития науки с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности	

технического обслуживания и ремонта машин и оборудования Проведение стандартных испытаний сельскохозяйственной техники, электрооборудования, средств автоматизации и технического сервиса Решение задач в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности					
			ПК-26. Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний	ПК-26.1 Выбирает методики проведения экспериментов ПК-26.2 Выбирает методики проведения испытаний	
			ПК-27. Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить	ПК-27.1 Разрабатывает физические и математические	

			теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, сельскохозяйственного производства	модели явлений и объектов, относящихся к техническому обеспечению, сельскохозяйственного производства ПК-27.2 Проводит теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к техническому обеспечению сельскохозяйственного производства	
			ПК-28. Способен проводить стандартные испытания сельскохозяйственной техники	ПК-28.1 Владеет навыками проведения стандартных испытаний сельскохозяйственной техники ПК-28.2 Владеет навыками выбора	

				методик проведения испытаний сельскохозяйственной техники	
			ПК-29. Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов технического обслуживания и ремонта машин и оборудования	ПК-29.1 Разрабатывает физические и математические модели явлений и объектов технического обслуживания и ремонта машин и оборудования ПК-29.2 Проводит теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов технического обслуживания и ремонта машин и оборудования	
			ПК-30. Способен проводить стандартные испытания оборудования для технического	ПК-30.1 Выбирает методики проведения стандартных испытаний	

			сервиса	оборудования для технического сервиса ПК-30.2 Проводит стандартные испытания оборудования для технического сервиса	
			ПК-31. Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства	ПК-31.1 Разрабатывает физические и математические модели относящихся к электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства ПК-31.2 Проводит теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к электрификации и автоматизации сельскохозяйственног	

				о производства	
			ПК-32. Способен проводить стандартные испытания электрооборудования и средств автоматизации	ПК-32.1 Выбирает методики проведения стандартных испытаний электрооборудования и средств автоматизации ПК-32.2 Проводит стандартные испытания электрооборудования и средств автоматизации	

Тема выпускной квалификационной работы магистра должна соответствовать объектам профессиональной деятельности выпускника, определённой образовательным стандартом по направлению подготовки 35.04.06 АГРОИНЖЕНЕРИЯ, отражать новые достижения науки и техники, передовые приёмы и методы труда, техническую и технологическую модернизацию сельскохозяйственного производства; эффективное использование и сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства.

Особое внимание следует уделять экономическому обоснованию принятых решений при разработке энерго– и ресурсосберегающих технологий и оборудования.

Особую ценность представляет выпускная квалификационная работа магистра, содержащая весомые результаты собственных исследований по НИР, запатентованные конструкторские и технологические разработки, а также стенды и макеты, выполненные студентом магистратуры, для последующего использования в учебном процессе и научно-исследовательской работе.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАФИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА

Выпускная квалификационная работа магистра выполняется **в виде магистерской диссертации**.

Непосредственное руководство магистерской диссертацией осуществляется руководителями, имеющими **ученую степень и/или ученое звание**.

На научного руководителя магистерской подготовкой (в том числе магистерской диссертацией) возлагаются следующие обязанности:

- определение направления исследований и – совместно со студентом магистратуры – формулировка темы выпускной квалификационной работы - диссертации;
- разработка календарного плана работы студента магистратуры над выпускной квалификационной работой;
- систематический контроль хода выполнения плана работы обучающегося;
- выбор мест практики студента магистратуры и руководство его деятельностью в процессе прохождения производственных практик;
- руководство научно-исследовательской работой студента магистратуры;
- собственно научное руководство при подготовке магистерской диссертации;
- составление письменного отзыва на диссертацию;
- разработка мероприятий по улучшению образовательного процесса обучения в магистратуре;
- тьюторское обеспечение текущей и дальнейшей траектории образования магистра.

Традиционно руководство магистерской диссертацией осуществляет научный руководитель магистра, закрепленный за студентом магистратуры в течение первого месяца обучения после поступления в магистратуру, проводивший в течение срока обучения студента магистратуры совместную с

ним научно-исследовательскую работу по указанной в заявление студента магистратуры и закрепленной на заседание кафедры тематике.

В исключительных случаях, по просьбе руководителя магистерской программы и положительного решения ученого совета инженерного факультета студенту магистратуры может быть назначен другой руководитель или его обязанности возложены на руководителя магистерской программы.

Перечень тем магистерских диссертаций формируется научными руководителями магистра с учетом тематики научно-исследовательской работы базовой кафедры прикрепления студента магистратуры и доводится до сведения студентов (абитуриентов) заблаговременно.

Возможна в теме магистерских диссертаций реализация и инициативной тематики.

Перечень базовых кафедр по магистерским программам:

для магистерской программы «Электрооборудование и электротехнологии» под руководством к.т.н. Гобелева Сергея Николаевича базовыми являются кафедра электроснабжения и кафедра электротехники и физики;

для магистерской программы «Технические системы в агробизнесе» под руководством д.т.н., профессора Бышова Николая Владимировича базовыми являются кафедра технологии металлов и ремонта машин, кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка и кафедра технических систем в агропромышленном комплексе.

Не позднее двух месяцев до начала защиты магистерских диссертаций студент магистратуры совместно с научным руководителем магистра корректируют (при необходимости) тему магистерской диссертации и утверждают изменения у руководителя соответствующей магистерской программы и вносят предложения в деканат. На основании принятых изменений не позднее чем за один месяц до начала защиты магистерских диссертаций деканат инженерного факультета подготавливает проект приказа по университету о закреплении тем, руководителей и рецензентов.

Время, выделяемое руководителям магистерских диссертаций на руководство, устанавливают в соответствии с принятыми в ФГБОУ ВО РГАТУ нормами – 30 часов на одного студента магистратуры.

Заведующему кафедрой на допуск к защите предоставляется 1 час на одного студента-выпускника магистратуры.

Руководитель магистерской программы осуществляет допуск к защите в рамках часов, отведенных на общее руководство научной составляющей магистерской программой (30 часов в учебный год, независимо от числа обучающихся по программе).

Руководитель магистерской программы обеспечивает общее руководство работой руководителей магистров и студентов магистратуры. На него возлагаются следующие обязанности:

- корректировка учебного плана для магистерской программы (совместно с деканатом инженерного факультета и учебным управлением);
- методическая помощь и контроль за разработкой рабочих учебных программ дисциплин учебного плана;
- систематический контроль за методикой проведения аудиторных занятий с магистрами;
- руководство комиссией по аттестации студентов магистратуры по результатам практик и научно-исследовательской работы.

Руководитель магистерской диссертации является и консультантом основных разделов.

По предложению научного руководителя ВКР в случае необходимости кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам ВКР за счет лимита времени, отведенного на руководство ВКР. Консультантами по отдельным разделам ВКР могут назначаться профессора и преподаватели Университета, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий. Консультанты проверяют соответствующую часть выполненной обучающимся ВКР и ставят на ней свою подпись.

Для магистерских диссертаций, выполняемых по целевому заданию предприятий и организаций всех форм собственности, по просьбе руководителя магистерской программы может быть назначен консультант из числа руководителей или специалистов этого предприятия.

Для магистерских диссертаций, имеющих в структуре исследований разрабатываемые вопросы по смежным наукам, по просьбе руководителя магистерской программы может быть назначен консультант из числа специалистов этого профиля.

Ответственность за своевременное выполнение магистерских диссертаций в установленном объёме, принятые конструкторские и технические решения, правильность всех вычислений и оформления несёт студент-автор выпускной квалификационной работы, руководитель магистерской диссертации и руководитель магистерской программы.

Магистерская диссертация выполняется в **твердом (жестком) переплете**.

По завершению магистерской диссертации руководитель назначает дату предварительной защиты мастерской диссертации на базовой кафедре.

Выполненная, подписанная автором и руководителем магистерской диссертации, а также утвержденная руководителем магистерской программы магистерская диссертация проходит предварительную защиту на базовой кафедре.

На основании результатов предварительной защиты заведующий кафедрой решает вопрос о допуске студента магистратуры к защите на заседании ГЭК. 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.

Допуск к защите осуществляется заведующим кафедрой не позднее, чем за две недели до начала работы ГЭК.

По завершению магистерской диссертации руководитель составляет письменный отзыв о работе студента-автора.

В отзыве руководитель отмечает проявленную студентом инициативу, творческую активность, личный вклад студента в разработку оригинальных решений, степень самостоятельности при выполнении работы, умение решать инженерные задачи, работать с технической литературой, другими источниками информации, включая компьютерные базы данных.

Выпускные квалификационные работы магистров, выполненные по заявкам предприятий, должны иметь отзыв предприятия (заверенный печатью) с оценкой качества выполнения и возможности внедрения разработок в производство.

Рецензирование магистерской диссертации проводят высококвалифицированный научно-педагогический работник ФГБОУ ВО РГТАТУ (внутренний рецензент) и представитель той отрасли производства (руководитель или главный специалист), где возможно внедрение предложенных в магистерской диссертации решений (внешний рецензент).

Деканат направляет студента магистратуры с выполненной им магистерской диссертацией, подписанной автором и руководителем и допущенной к защите руководителем магистерской программой и заведующим базовой кафедрой, в ГЭК для защиты в соответствии с установленным графиком и сроком работы ГЭК.

При необходимости передачи магистерской диссертации предприятию, с него снимается копия и составляется акт передачи.

После защиты магистерская диссертация хранится на базовой кафедре в течение пяти лет, а электронный вариант в библиотеке Университета, а затем уничтожается в присутствии комиссии не менее чем из трех человек, о чем составляется акт, подписываемый членами комиссии и заведующим кафедрой, и утверждается деканом.

2. ВЫБОР ХАРАКТЕРА МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

В соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта и профильной направленностью магистерской программы выпускник магистратуры готовится к решению следующих профессиональных задач:

научно-исследовательская деятельность:

разработка рабочих программ и методик проведения научных исследований и технических разработок;

сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;

выбор стандартных и разработка частных методик проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;

подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;

разработка физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к процессам механизации, электрификации, автоматизации сельскохозяйственного производства, переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования;

проведение стандартных и сертификационных испытаний сельскохозяйственной техники, электрооборудования, средств автоматизации и технического сервиса;

управление результатами научно-исследовательской деятельности и коммерциализация прав на объекты интеллектуальной собственности;

анализ российских и зарубежных тенденций развития механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве;

проектная деятельность:

проектирование машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции;

проектирование технологических процессов производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на основе современных методов и средств;

проектирование систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения;

педагогическая деятельность:

выполнение функций преподавателя в образовательных организациях;

технологическая деятельность: выбор машин и оборудования для ресурсосберегающих технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

обеспечение эффективного использования и надежной работы сложных технических систем в растениеводстве и животноводстве;

поиск путей сокращения затрат на выполнение механизированных и электрифицированных производственных процессов;

разработка технических заданий на проектирование и изготовление нестандартных средств механизации, электрификации, автоматизации и средств технологического оснащения;

анализ экономической эффективности технологических процессов и технических средств, выбор из них оптимальных для условий конкретного производства;

оценка инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий;

разработка мероприятий по повышению эффективности производства, изысканию способов восстановления или утилизации изношенных изделий и отходов производства;

разработка мероприятий по охране труда и экологической безопасности производства;

выбор оптимальных инженерных решений при производстве продукции (оказании услуг) с учетом требований международных стандартов, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;

организационно-управленческая деятельность:

управление коллективом, принятие решений в условиях спектра мнений; прогнозирование и планирование режимов энерго- и ресурсопотребления;

поиск инновационных решений технического обеспечения производства продукции (оказания услуг) с учетом требований качества и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;

организация работы по совершенствованию машинных технологий и электротехнологий производства и переработки продукции растениеводства и животноводства;

организация технического обслуживания, ремонта и хранения машин, обеспечения их топливом и смазочными материалами;

повышение квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности;

адаптация современных систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов;

подготовка отзывов и заключений на проекты инженерно-технической документации, рационализаторские предложения и изобретения;

проведение маркетинга и подготовка бизнес-планов производства и реализации конкурентоспособной продукции и оказания услуг;

управление программами освоения новой продукции и внедрение перспективных технологий;

координация работы персонала при комплексном решении инновационных проблем - от идеи до реализации на производстве;

организация и контроль работы по охране труда.

При освоение программы магистратуры все универсальные, общепрофессиональные компетенции, а также профессиональные компетенции (смотри введение), отнесенные к тем видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры, как на основной (основные), включаются в набор требуемых результатов освоения программы магистратуры.

При разработке программы магистратуры Университет вправе дополнить набор компетенций выпускников с учетом направленности программы магистратуры на конкретные области знания и (или) вид (виды) деятельности.

Таким образом, магистерская диссертация, в зависимости от основного вида профессиональной деятельности может иметь характер (как основной):

– организационно-управленческий
– педагогический
– технологический
– проектный
– научно-исследовательский

Технологический характер магистерской диссертации выбирается студентом магистратуры, который имеет намерения изменить (улучшить) технологию производства в какой-либо отрасли (секторе, предприятии) агропромышленного комплекса, сократить затраты на выполнение механизированных и электрифицированных производственных процессов. Обычно такие студенты магистратуры имеют некоторый производственный опыт в рассматриваемой отрасли и планируют продолжать работу на более высокой, руководящей должности.

Организационно-управленческий характер магистерской диссертации выбирается студентом магистратуры, который имеет намерения изменить (улучшить) организацию производства в какой-либо отрасли (секторе, предприятии) агропромышленного комплекса, рекомендовать кадровые и (или) организационные улучшения, не подпадающие под определение

производственно-технологических. Обычно такие студенты магистратуры имеют некоторый производственный опыт в рассматриваемой отрасли и планируют продолжать работу на более высокой, руководящей должности.

Научно-исследовательский характер магистерской диссертации выбирается студентом магистратуры, который занимается в студенческих научных сообществах при базовых кафедрах магистерской подготовки, участвует во время обучения в бакалавриате в научных конференциях, имеет научные публикации, совместно с научным руководителем ведет патентный поиск и участвует в экспериментальной части исследований. Обычно такие студенты магистратуры планируют продолжение научной карьеры в аспирантуре.

Проектный характер магистерской диссертации выбирается студентом магистратуры, нацеленным на модернизацию или на проектирование новых машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции, систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации для объектов сельскохозяйственного назначения, в том числе, и в том случае, если на дату защиты еще на получены официальные документы на признание новизны (патенты, свидетельства и т.д.). Обычно такие студенты магистратуры планируют продолжение научной карьеры в аспирантуре.

Педагогический характер магистерской диссертации выбирается студентом магистратуры, нацеленным разрабатывать содержание и технологию преподавания, управлять учебным процессом, в том числе дисциплин базовой кафедры магистерской подготовки. Обычно такие студенты магистратуры планируют продолжение карьеры в качестве преподавателя высшего образования, преподавателя дополнительного образования или преподавателя среднего профессионального образования.

Выбранный характер магистерской диссертации оговаривается научным руководителем магистра и студентом магистратуры в начале обучения и не зависит от образовательной составляющей обучения по магистерской программе.

3. СТРУКТУРА МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ

Магистерская диссертация выполняется в соответствии с тематикой научно-исследовательской работы базовой кафедры, руководителя магистерской диссертации и (или) научного руководителя магистра.

Магистерская диссертация предполагает изучение и анализ материала о производственной деятельности предприятия, собранного во время производственных практик, научно-исследовательской работы, а также анализ материала по литературным и другим источникам (учебным пособиям, монографиям, нормативным документам, изобретениям и патентам, периодическим изданиям, компьютерным базам данных и др.)

Независимо от номенклатуры магистерских программ по направлению подготовки 35.04.06 АГРОИНЖЕНЕРИЯ, реализуемых в ФГБОУ ВО РГАТУ, магистерская диссертация имеет общую структуру.

Объём выпускной квалификационной работы - магистерской диссертации, должен находиться в пределах 100…110 стр. печатного текста (на правах рукописи).

Отдельный графический материал не предусмотрен, но может быть выполнен по согласованию с руководителем магистерской программы.

Обязательным является созданием и демонстрация презентации по материалам магистерской диссертации объемом 12…15 слайдов.

Копией презентации в формате А4 при процедуре защиты обеспечивается председатель ГЭК и каждый член комиссии. Один экземпляр вшивается в твердый переплет магистерской диссертации в разделе «Приложения».

Магистерская диссертация должна раскрывать творческий замысел автора; содержать необходимые сведения для обоснования актуальности работы; направленность работы, а так же цели и профессиональные задачи решаемые в выпускной квалификационной работы магистра, описания принятых технологических и конструкторских решений и мероприятий; методов исследований, проведённых экспериментов; соответствующие расчёты, анализ результатов, технико-экономическую оценку сравниваемых

вариантов; выводы; необходимые иллюстрации (графики, эскизы, диаграммы, схемы, фотографии) и таблицы.

Структура магистерской диссертации:

- Титульный лист магистерской диссертации.
- Содержание.
- Введение.
- Глава 1. Состояние рассматриваемой проблемы.
- Глава 2. Теоретическое обоснование решения поставленных задач.
- Глава 3. Исследовательская часть.
- Глава 4. Экономическая эффективность внедрения результатов исследования (для педагогического характера магистерской диссертации: Педагогическая эффективность внедрения результатов исследования).
- Заключение.
- Библиографический список.
- Приложения.

Форма титульного листа магистерской диссертации приведена ниже.

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА:

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Направление подготовки: __35.04.06 Агроинженерия_____

Магистерская программа: _____

_____

Кафедра _____
Утверждаю.
Зав. кафедрой _____

«_ _____» _____ 20____ г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему: _____

_____

_____

_____

Автор магистерской диссертации:

студент магистратуры _____ /_____ /
(подпись) (Ф.И.О)

Научный руководитель студента магистратуры:

_____, _____ _____ /_____ /
(ученая степень) (ученое звание) (подпись) (Ф.И.О)

Руководитель магистерской программы:

_____, _____ _____ /_____ /
(ученая степень) (ученое звание) (подпись) (Ф.И.О)

Рецензент от университета:

_____, _____ _____ /_____ /
(ученая степень) (ученое звание) (подпись) (Ф.И.О)

Рязань 20___ г.

В содержании (объем 1 стр.) указывается структура магистерской диссертации с указанием номера страниц начала каждого раздела, начиная с раздела «Введение». Нумерация страниц ведется с титульного листа, а указывается со второй страницы раздела «Введение».

Во введении кратко отражается актуальность темы и ее важность (связь) для агропромышленного комплекса, определяются цель (цели) и профессиональные задачи, область и объект (объекты) профессиональной деятельности рассматриваемые в исследовании, фиксируется характер магистерской диссертации по видам профессиональной деятельности; конкретно указывается, что выносится на защиту и что представляет новизну (производственно-технологическую, или научную, или проектную, или организационно-управленческую, или педагогическую) и (или) практическую значимость, сообщается о реализации результатов исследований (в структурных подразделениях университета и предприятиях народно-хозяйственного комплекса), о научной и производственной апробации и количестве публикаций, структура и объем работы (с указанием количества рисунков и таблиц, количества наименований библиографического списка и приложений)

Раздел «Введение» (объем 1…2 стр.) имеет следующую обязательную структуру:

Актуальность темы. …….

Важность для агропромышленного комплекса. ……..…....

Область профессиональной деятельности ……..

Цель (цели) исследования. ……..

Профессиональная задача (задачи) решаемая в исследовании ……..

Объект (объекты) профессиональной деятельности, рассматриваемые в исследовании. ……...

Характер магистерской диссертации. ……..

Выносится на защиту. …….

Новизна и (или) практическую значимость. ……..

Реализация результатов исследований. ……...

Научная и производственная апробация. ……..

Количество публикаций. …….

Структура и объем работы. ……

Главы магистерской диссертации имеют содержание в зависимости от выбранного характера магистерской диссертации.

Для **производственно-технологического** характера магистерской диссертации рекомендуется следующая структура:

Глава 1. Состояние рассматриваемой проблемы.

- Краткое описание показателей соответствующей теме диссертации отрасли, региона или предприятия (если работа выполняется на примере отрасли, региона или предприятия).
- Краткая история рассматриваемой проблемы.
- Анализ литературных данных по проектируемому (и/или аналогичному) производственно-технологическому процессу или способу.

Глава 2. Теоретическое обоснование решения поставленных задач.

Анализ, аналитика и/или структурированное формульное представление основных механических, физических, физико-химических, физико-механических или иных процессов по сути разрабатываемой технологии, позволяющее представить глубину изучения рассматриваемого вопроса студентом магистратуры.

Глава 3. Исследовательская часть.

- Описание программы исследований.
- Отчет о патентном поиске по технологии или способу решения проблемы. Результатами поиска могут быть: патент, положительное решение, отправленная заявка. Допускается на момент защиты магистерской диссертации продолжение патентного поиска.
- Выбор, обоснование и описание конкретного способа решения рассматриваемой проблемы, описание и/или расчет конкретных технологических режимов и (или) разработка мероприятий эффективного использования и надежной работы сложных технических систем.

- Составление технического (-их) задания (-ий) к проектированию для разработанных в рамках магистерской диссертации технологий или способов необходимых средств механизации, или электрификации, или автоматизации, или средств технологического оснащения (если это возможно).
- Краткое обоснование принятых решений с позиций экологии и охраны труда (если тематика диссертации впрямую не связана с экологией и охраной труда).
- Фотоотчет о проведенных автором исследованиях (не менее 4 (четырех) фотографий на различных этапах).

Глава 4. Экономическая эффективность внедрения результатов исследования.

- Оценка инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий или способов или анализ соотношения новых организационно-управленческих решений и современных систем управления качеством в конкретных условиях производства с учетом национальных и международных стандартов.
- Технико-экономическое обоснование производственно-технологических решений с учетом затратности.
- Технико-экономический анализ, позволяющий убедить аттестационную комиссию в рациональности предлагаемого решения производственно-технологической проблемы (в рамках отрасли, региона или предприятия) по удельным показателям сравнения с учетом капитальных вложений.

Для **организационно-управленческого** характера магистерской диссертации рекомендуется следующая структура:

Глава 1. Состояние рассматриваемой проблемы.

- Краткое описание показателей отрасли, региона или предприятия (если работа выполняется на примере отрасли, региона или предприятия).

• Краткое изложение современного состояния рассматриваемого вопроса в рамках полного спектра мнений.

• Прогнозирование событий, являющихся предпосылками для необходимости разработки новых организационно-управленческих решений:

- потребности в производстве продукции растениеводства и (или) животноводства,

- организация работ и услуг по техническому обслуживанию, ремонту и хранению машин, обеспечению их топливом и смазочными материалами,

- по организации и контролю работ по охране труда,

- организации транспортного процесса;

- прогнозирование режимов энерго- и ресурсопотребления,

- или иных событий для отрасли, региона или предприятия (если работа выполняется на примере отрасли, региона или предприятия).

Глава 2. Теоретическое обоснование решения поставленных задач.

Анализ, аналитика и/или структурированное формульное представление основных механических, физических, физико-химических, физико-механических или иных процессов, позволяющее представить глубину изучения рассматриваемого вопроса студентом магистратуры и оценить необходимость разработки новых организационно-управленческих решений.

Глава 3. Исследовательская часть.

• Описание программы исследований.

• Планирование режимов энерго- и ресурсопотребления или предложение инновационных решений технического обеспечения производства продукции (оказания услуг) для отрасли, региона или предприятия (если работа выполняется на примере отрасли, региона или предприятия).

• Рекомендации по организация работы по совершенствованию технологий производства продукции растениеводства и (или) животноводства, организации технического обслуживания, ремонта и хранения машин, обеспечения их топливом и смазочными материалами, по организации и контролю работ по охране труда, по организации транспортного процесса и

(или) по совершенствованию электротехнологий для отрасли, региона или предприятия (если работа выполняется на примере отрасли, региона или предприятия).

- Краткое обоснование принятых решений с позиций экологии и охраны труда (если тематика диссертации впрямую не связана с экологией и охраной труда).

- Фотоотчет о проведенных автором исследованиях (не менее 4 (четырех) фотографий на различных этапах).

Глава 4. Экономическая эффективность внедрения результатов исследования.

- Анализ соотношения новых организационно-управленческих решений и современных систем управления качеством в конкретных условиях производства с учетом национальных и международных стандартов.

- Оценка инновационных рисков при внедрении новых организационно-управленческих решений.

- Подготовка бизнес-плана производства и реализации конкурентоспособной продукции и (или) оказания услуг в соответствии с предлагаемыми организационно-управленческими решениями.

Для **научно-исследовательского** характера магистерской диссертации: наполняемость глав определяется научным руководителем магистра и руководителем магистерской программы с четким указанием на то, какой результат и что именно выполнено студентом магистратуры в общей теме научно-исследовательской работы. Студентов магистратуры, выполняющих магистерскую диссертацию научно-исследовательского характера, чаще всего рекомендуют в аспирантуру, поэтому и рассматриваемые в магистерской диссертации вопросы должны быть максимально приближены к их последующему научному развитию в диссертациях более высокого уровня.

Для **проектного** характера магистерской диссертации рекомендуется следующая структура:

Глава 1. Состояние рассматриваемой проблемы.

- Краткое описание показателей отрасли, региона или предприятия (если работа выполняется на примере отрасли, региона или предприятия).

- Краткая история создания машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов или иного оборудования в рассматриваемом студентом магистратуры секторе народного хозяйства.

- Составление технического (-их) задания (-ий) к проектированию машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов, оборудования для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции; для технологических процессов производства, для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, для технического обслуживания, испытаний и ремонта сельскохозяйственной техники; для систем энергообеспечения, электрификации и автоматизации.

Глава 2. Теоретическое обоснование решения поставленных задач.

Анализ, аналитика и/или структурированное формульное представление основных механических, физических, физико-химических, физико-механических или иных процессов по сути проектируемых машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов или иного оборудования, позволяющее представить глубину изучения рассматриваемого вопроса студентом магистратуры.

Глава 3. Исследовательская часть.

- Описание программы исследований.

- Отчет о патентном поиске по новым конструкциям машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов или иного оборудования. Результатами поиска могут быть: патент, положительное решение, отправленная заявка. Допускается на момент защиты магистерской диссертации продолжение патентного поиска.

- Конструкторские расчеты основных элементов (комплект рабочих чертежей прилагается в приложениях к магистерской диссертации).

- Составление технологической карты для производства на один из элементов проектируемых машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов или иного оборудования или на измененную технологию.

- Составление программы испытаний проектируемых машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов или иного оборудования (результаты испытаний – при их наличии - прилагаются в приложениях к магистерской диссертации), включая обоснование принятых проектных решений с позиций экологии и охраны труда.

- Фотоотчет о проведенных автором исследованиях (не менее 4 (четырех) фотографий на различных этапах).

Глава 4. Экономическая эффективность внедрения результатов исследования.

- Оценка инновационных рисков при внедрении новых машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов или иного оборудования.

- Технико-экономическое обоснование единичного создания проектируемых машин и их рабочих органов, приборов, аппаратов или иного оборудования.

- Технико-экономический анализ, позволяющий убедить аттестационную комиссию в рациональности предлагаемого проектного решения (в рамках отрасли, региона или предприятия) по удельным показателям сравнения с учетом капитальных вложений.

Для **педагогического** характера магистерской диссертации рекомендуется следующая структура:

Глава 1. Состояние рассматриваемой проблемы.

Критическое описание современных и классических литературных источников, относящихся к методике и технологии подготовки инженерных кадров (на основе среднего профессионального, высшего или дополнительного образования).

Глава 2. Теоретическое обоснование решения поставленных задач.

Представление основных закономерностей, этапов, периодов и мнений по рассматриваемому сегменту педагогической деятельности.

Глава 3. Исследовательская часть.

Проектирование систем итогового контроля знаний студентов по направлению «Агроинженерия», или разработка электронных образовательных ресурсов по специальным дисциплинам направления «Агроинженерия», или моделирование и визуализация сложных процессов в агроинженерии посредствам информационно-комуникационных технологий, или проектирование экспертных и интеллектуальных информационных систем образования и контроля освоения компетенций в агроинженерии, или разработка электронных ресурсов для информационного обеспечения системы корпоративного обучения и консалтинга в агропромышленном комплексе, или разработка электронных образовательных программ подготовки менеджеров по продажам и сервисным услугам, или разработка иных вопросов педагогического аспекта, улучшающих методику или технологию подготовки инженерных кадров.

Глава 4. Педагогическая эффективность внедрения результатов исследования.

Определение педагогической эффективности внедрения результатов исследования, указание на вводимые ограничения достижения педагогического результата.

В разделе «Заключение» проводится синтез всех полученных результатов и их соотношение с общей целью и поставленными задачами. Именно здесь содержится «квинтэссенция» того нового знания, которое выносится на обсуждение и оценку общественности в процессе публичной защиты диссертации. Заключительная часть предполагает наличие обобщённой итоговой оценки проделанной работы.

Раздел «Библиографический список» содержит сведения об источниках, использованных при выполнении магистерской диссертации. В выпускной квалификационной работе бакалавра сведения об литературных источниках располагаются по алфавиту и нумеруются арабскими цифрами (в соответствии с ГОСТ 7.1.). Для формирования уровня компетентности, достаточного для присвоения квалификации (степени) «магистр», автор должен рассмотреть не менее 30 литературных источников.

Стандарты и нормали в список литературы не включают. При необходимости, ссылку на номер ГОСТа указывают в тексте.

Приложений может быть одно или несколько. Если приложений больше одного пишется слово «Приложения».

В раздел «Приложения» следует относить вспомогательный материал, который при включении его в основную часть работы загромождает текст. К вспомогательному материалу относятся таблицы вспомогательных цифровых данных, инструкции, методики, распечатки на ЭВМ, иллюстрации вспомогательного характера или формата свыше А4, заполненные формы отчетности и других документов, технологические схемы; фотоматериалы; характеристики оборудования, полученные патенты, дипломы, грамоты, благодарности, справки о внедрении результатов работы и прочие документы, указывающие на общественное признание магистерской диссертации; необходимые чертежи; титульные листы и иные реквизиты составленных студентом магистратуры методических указаний и научных публикаций; результаты инженерно-педагогических исследований и прочее (по согласованию с научным руководителем). Завершает раздел один экземпляр презентации к докладу.

4. ОБЩИЕ ТРЕДОВАНИЯ ОФОРМЛЕНИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

4.1. Общие требования

Магистерские диссертации являются текстовыми документами и должны составляться в соответствии с ГОСТ 2.105, ГОСТ 2.106, ГОСТ 7.32 и ЕСКД.

Текст магистерской диссертации выполняется в печатном варианте (на правах рукописи) на одной стороне листа формата А4 (297 х 210 мм). При этом соблюдаются поля: слева – 25 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – 20 мм.

Абзацный отступ - 15 мм от левой границы текста.

Текст набирается шрифтом Times New Roman, высота символов 14, межстрочный интервал 1,5, выравнивание осуществляется «по ширине». Печать текста осуществляется черным цветом.

Текст магистерской диссертации разделяют на разделы, подразделы и пункты.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, обозначенные арабскими цифрами с точкой.

Подразделы должны иметь свою нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела должна также ставиться точка, например: «2.3.» (третий подраздел второго раздела).

Пункты нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого подраздела, включенного в раздел. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела, пункта, разделенных точками. В конце номера пункта должна быть точка, например: «3.5.2.», (второй пункт пятого подраздела третьего раздела).

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется,

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или строчную букву со скобкой. Для дальнейшей детализации необходимо использовать арабские цифры со скобкой, например: 1), 2), 3) и т. д.

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзаца. На каждом листе размещают 27-30 строк.

Наименования разделов записывают в виде заголовков (симметрично тексту) прописными буквами.

Наименования подразделов записывают в виде заголовков (с абзаца) строчными буквами (кроме первой прописной). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел магистерской диссертации рекомендуется начинать с нового листа.

Заголовки структурных частей пояснительной записки «Содержание», «Аннотация», «Введение» и т.п. пишутся, как и заголовки разделов.

В магистерской диссертации не предусмотрено нанесение рамки рабочего поля и основной надписи.

При необходимости конструкторский раздел может быть оформлен с основной надписью для первого листа раздела по форме 2, а последующих – по форме 2а, ГОСТ 2.104. В этом случае, текст в рамке формата следует располагать так: в начале строк расстояние должно быть не менее 5 мм от линии рамки, в конце строк не менее 3 мм, сверху и внизу текста не менее 10 мм.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения работы, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным или рукописным способом.

4.2. Формулы

Формулы в магистерской диссертации нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

Ссылку в тексте на порядковый номер формулы дают в скобках, например, «...в формуле (3.1)».

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами.

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без знаков препинания после него.

Пример записи первой формулы в третьем разделе (глава 3):

Секундная подача высевающего аппарата q определяется по формуле:

$$q = \frac{M \cdot B \cdot V}{10 \cdot Z}, \qquad (3.1)$$

где M - норма высева удобрений, кг/га;

B - ширина захвата сеялки, м;

V - скорость движения агрегата, м/с;

Z - количество высевающих аппаратов, шт.

Если формула (уравнение) не умещается в одну строку, она должна быть перенесена после знака равенства (=) или после знаков: плюс (+), минус (-), умножение (•) и деление (:) с копированием последнего в начале следующей строки.

4.3. Примечания

В примечаниях к тексту и таблицам указывают только справочные и поясняющие данные. Если имеется одно примечание, то его не нумеруют и после слова «Примечание» ставят дефис, а сам текст примечания начинают с заглавной буквы. Если примечаний несколько, то после слова «Примечания» не ставят двоеточие, а примечания нумеруют арабскими цифрами без точки после них.

4.4. Оформление иллюстраций

Все иллюстрации (фотографии, схемы, чертежи и т. п.) в магистерской диссертации именуются рисунками.

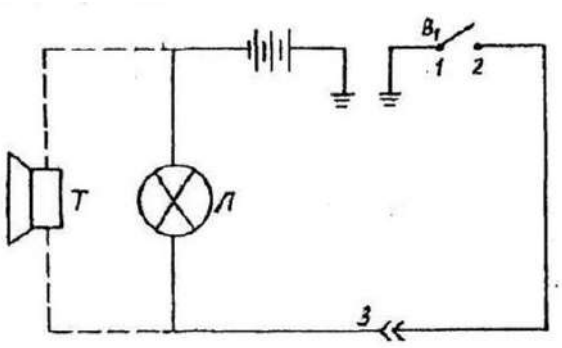
Рисунки нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: рисунок 4.1.

Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают с сокращенным словом «смотри», например: «см. рис. 4.1».

Иллюстрации могут быть расположены как по тексту магистерской диссертации (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в приложении. Расположение иллюстрации должно быть такое, чтобы ее можно было рассматривать без поворота страницы. Если такое размещение невозможно, располагают иллюстрации так, чтобы для рассмотрения надо было повернуть страницу по часовой стрелке.

При выполнении иллюстрации предпочтительно использование компьютера, при этом на печать они выводятся черным цветом.

Иллюстрации имеют наименование и поясняющие данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и они расположены, как показано на рис. 4.1.



Условные обозначения: 1 – подвижной контакт, установленный на секторе; 2 – контакт на подвижном рычаге; 3 – штепсельный разъём на тракторе.

Рисунок 4.1 – Электрическая схема сигнализации.

4.5. Таблицы и их оформление

Цифровой материал расчетов и результатов исследований оформляют в виде таблиц. Таблица имеет заголовок, который выполняют строчными буквами (кроме первой прописной) и помещают над таблицей.

Заголовки строк и столбцов таблицы начинают с прописных букв, а подзаголовки со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком. Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. В конце заголовков и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставят. Заголовки указывают в единственном числе.

Диагональное деление «шапки» таблицы не допускается.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Над левым верхним углом таблицы помещают надпись «Таблица» с указанием порядкового номера и названия таблицы.

Таблицы нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер таблицы должен состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например: «Таблица 1.2» (вторая таблица первого раздела).

При переносе части таблицы на другой лист ее название помещают над первой частью. Над последующими частями таблицы пишут слово «Продолжение таблицы 3.1», если в разделе несколько таблиц.

Графу «№ п/п» в таблицу не включают. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера указывают в боковике таблицы перед их наименованием. Для облегчения ссылок в тексте и при переносе таблиц допускается нумерация граф (см. таблицу 3.1).

Если все параметры, размещенные в таблице, выражены в одной и той же единице физической величины (например, миллиметрах), сокращенное обозначение единицы физической величины помещают над таблицей. Если цифровое или иные данные в таблице не приводят, то в графе ставят прочерк (см. табл. 4.1).

Таблица 4.1 Допускаемая нумерация параметров и граф таблицы

Наименование параметра	Норма типа			
	Р-25	Р-75	Р-150	Р-300
1. Максимальная пропускная способность $дц^3/с$, не менее	25	75	150	300
2. Масса, кг, не более	10	30	60	200

Таблица 4.2 Размеры в мм

Диаметр зенкера	С	$С_1$	п	$п_1$	$п_2$
От 10 до 11	3,17	0,45	-	3,00	0,25
св. 11 до 12	4,85	1,30	0,44	3,84	-
св. 12 до 14	5,00	2,30	4,20	4,45	1,45

Примечание. Допускается заголовки и подзаголовки граф таблицы выполнять через один интервал.

Интервалы в таблице, охватывающие любые значения величин, обозначают многоточием (...). Интервалы значений величин в тексте записывают со словами «от» и «до» или через тире.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте магистерской диссертации, например: «...в табл. 1.2». Если таблица не имеет номера, слово «Таблица» в тексте пишут полностью.

4.6. Приложения

Иллюстрационный материал, таблицы или текст вспомогательного характера допускается давать в виде приложений.

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

Каждое приложение следует начинать с нового листа (страницы) с указанием наверху справа страницы слова «Приложение» и его обозначения. Каждое приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично тексту с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается приложения оформлять на листах формата А3, А4 х 3, А4 х 4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301. При наличии в магистерской диссертации более одного

приложения их обозначают буквами русского алфавита, например, «Приложение А», «Приложение Б» и т. д. Иллюстрации и таблицы в приложениях нумеруют в пределах каждого приложения, например: «Рисунок П.А.1» (первый рисунок приложения А).

Если в магистерской диссертации есть приложения, то на них дают ссылку в основном тексте, а в содержании перечисляют все приложения с указанием их обозначений и заголовков.

4.7. Нумерация страниц

Нумерация листов магистерской диссертации и приложений, входящих в нее, должна быть сквозная.

Страницы магистерской диссертации нумеруют арабскими цифрами. Номер страницы начинают ставить с листа «Введение», подразумевая все предшествующие листы (страницы). Номер страницы указывается в правом верхнем углу и обозначается цифрой. Если рисунок или таблица выполнены на листе формата больше, чем А4, их учитывают как одну страницу. Номер страницы в этих случаях не проставляется.

4.8. Список использованной литературы

Библиографический список использованной литературы в обязательном порядке прилагается к магистерской диссертации.

В список литературы не включаются стандарты, технические условия, нормы и т.п. Их обозначение указывают непосредственно в тексте пояснительной записки.

В списке литературы следует указывать:

для книг - фамилию и инициалы автора, название книги, том, часть, выпуск, место издания, год;

для статей из журналов и сборников трудов - фамилию и инициалы автора, название статьи, название журнала, год, номер страницы.

Книги и статьи одного, двух и трех авторов указывают под их фамилиями и инициалами. Если авторов более трех, то указываются фамилии и инициалы первого автора с добавлением фразы «и др.».

Примеры записи литературных источников:

1. А.с. 487657 СССР, М.Кл.[2] В 01 D 47/06, В 03 С 1/00. Газопромыватель [Текст] / Силантьев А.М., Штейнберг А.М., Авдеенко А.Н., Шангина Л.П. (СССР). – 1999247/23-26 ; заявл. 25.02.74 ; опубл. 15.10.75, Бюл №38. – 2с. : ил.

2. Алексеев С.П. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении [Текст] / С.П. Алексеев, А.М. Казаков, Н.Н. Колотилов. – М.: «Машиностроение», 1970. – 208 с.

3. Амбарцумян В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта [Текст] / В.В. Амбарцумян, В.Б. Носов, В.И. Тагасов, В.И. Сарбаев – М.: Научтехлитиздат, 1999. – 252 с.

4. Вагди Т.М.А. Разработка и обоснование способа и средств механизации удаления отработавших газов от двигателя внутреннего сгорания трактора при раздаче кормов в животноводческом помещении. Дис. канд. техн. наук / Т.М.А. Вагди - Рязань, 1999.

5. Ванцов В.И. Организация и использование двухфазной подачи дизельного топлива для снижения токсичности выхлопа тракторного двигателя. // Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции. / В.И. Ванцов, И.Б. Тришкин. – Казань, 1990.

6. Временная типовая методика определения экономической эффективности, осуществляемой природоохранными мероприятиями, и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. [Текст] – М.: Экономика, 1986.

7. Еремцов А. Газовая атака на автопром [Текст] / А. Еремцов // Журнал «Основные средства». – 2005. – № 9. – РИА «РОССБИЗНЕС».

8. Олейник Д.О. Нейтрализатор для очистки отработавших газов дизельных двигателей [Текст] / Д.О. Олейник // Ежемесячный научный журнал «Молодой ученый». – 2009. – № 5. – с.9 – 13. ISSN 2072-0297

9. Пат. 2030602 Российская федерация, МПК [6] F01N7/08 Устройство для выпуска отработавших газов двигателя внутреннего сгорания / Казаков Г.М., Игнатович В.С., Харитонов В.В. - 4753756/06; заявл. 27.10.1989; опубл. 10.03.95. – 3 с.: ил.

10. Правила ЕЭК ООН № 96 (96-01) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия для установки на сельскохозяйственных тракторах и внедорожной техники в отношении выброса загрязняющих веществ этими двигателями [Текст].

11. Свидетельство на полезную модель 26596 Российская федерация, МПК[7] F 01 N 7/08. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания [Текст] / Максименко О.О., Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Крыгин С.Е., Ерохин А.В.; патентообладатель «Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им.проф. П.А. Костычева» - 2002111113/20; заявл. 24.04.2002; опубл.10.12.2002 Бюл. №34. – 2с.: ил.

12. Справочник химика. Основные свойства органических и неорганических соединений. Т 2. М. – Л.: Химия, 1965. – 1168 с.

13. Трактор Т25А и Т25А3: паспорт [Текст] / Производственное объединение «Владимирский тракторный завод», 1990.

14. Brück R. Experience with the bypass-flow particulate trap with regard to the reduction of particulate number and – mass for passenger car and truck applications [Text] / Dipl.-Ing. R. Brück, Dipl.-Ing. P. Hirth, Dipl.-Ing. R. Konieczny, Emitec GmbH, The PM-Metalit™. – Emitec Inc.

5. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

При выполнении графической документации (чертежей, схем, графиков и т.п.), которая входит в состав магистерской диссертации, необходимо руководствоваться правилами и условностями черчения, установленными ГОСТ и ЕСКД.

5.1. Форматы чертежей

Чертежи выполняют на листах бумаги определенного размера (формата). ГОСТ 2.301 устанавливает форматы листов чертежей и других документов, предусмотренных стандартами на конструкторскую документацию.

Формат определяется размером внешней рамки, выполняемой тонкой линией. Форматы подразделяются на основные и дополнительные. Основные форматы получают из формата А0 путем последовательного деления его на равные части параллельно меньшей стороне. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов в целое число раз (см. табл. 5.1).

Таблица 5.1. Обозначение и размеры сторон от основных и дополнительных форматов.

Основные форматы		Дополнительные форматы	
Обозначение	Размеры сторон, мм	Обозначение	Размеры сторон, мм
А0	841x1189	А0x2 А0x3	1189x 1189x
А1	594x841	А1x3 А1x4	841x1783 841x2378
А2	420x594	А2x3 А2x4 А2x5	594x1261 594x1682 594x2102
А3	297x420	А3x3 А3x4 А3x5 А3x6 А3x7	420x891 420x1189 420x1486 420x1783 420x2080
А4	210x297	А4x3 А4x4 А4x5 А4x6 А4x7 А4x8 А4x9	297x63 297x841 297x1051 297x1261 297x1471 297x1682 297x1892
А5	148x210	-	-

При необходимости допускается применять формат А5.

5.2. Основная надпись

Форму, размеры, порядок заполнения основной надписи устанавливает ГОСТ 2.104. На всех листах графических документов выполняют основную надпись по форме I (рис. 5.1). Пример заполнения основной надписи см. в приложении:

Основную надпись располагают в правом нижнем углу чертежа. На листах формата А4 и А5 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа.

Основную надпись располагают вплотную к внутренней рамке, которая проводится на расстоянии 20 мм слева от рамки формата, и 5 мм от трех остальных сторон формата.

В графах основной надписи (номера граф на рис. 4.1 показаны в скобках) указывают:

в графе 1 наименование изделия или его составной части, название графика или схемы, а также наименование документа, если этому документу присвоен шифр. Наименование записывается кратко в именительном падеже единственного числа. Если наименование состоит из двух или более слов, то на первом месте помещают имя существительное, например: «Муфта соединительная»; «Схема технологическая» и т.д.;

в графе 2 — обозначение документа (чертежа, графика, схемы, спецификация и т.д.) по ГОСТ 2.201. Если чертеж, схема и т.п. выполнены на нескольких листах, то единое обозначение должно быть указано на каждом листе;

в графе 3 обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

в графе 4 - литеру, присвоенную данному документу. Графа заполняется с левой клетки. Литера присваивается в зависимости от характера работы и вида проекта:

У - учебный документ. Указывается в левой клетке на всех чертежах, схемах и графиках.

Д - дипломный проект;

Б - выпускная квалификационная работа бакалавра;

МД – магистерская диссертация;

К - курсовой проект.

Они указываются во второй клетке.

Р - рабочее проектирование. Указывается в правой клетке на чертежах сборочных единиц и листах их деталировок;

в графе 5 — масса изделия или его частей в килограммах;

в графе б — масштаб изображения предмета на чертеже (на графиках и схемах не заполняется);

в графе 7 — порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

в графе 8 — общее количество листов документа.

в графе 9 - название ВУЗа, обозначение факультета, выпускающей кафедры.

Обозначение факультета: ИФ — инженерный.

Обозначение в графе 9, например: ФГБОУ ВПО РГАТУ ИФ ЭМТП;

в графе 10 - характер работы, выполненной лицом, подписавшим чертеж, например: разработал, проверил, руководил и т. д.;

в графе 11 - фамилии лиц, подписавших чертеж;

в графе 12 - подписи лип, фамилии которых указаны в графе 11;

в графе 13 - даты подписания документа;

в графах 14-18 - таблица изменении, которую заполняют в соответствии с ГОСТ 2.50.3-74 (в магистерской диссертации не заполняются).

Обозначение чертежа, записанное в графе 2 основной надписи, записывается еще раз на поле чертежа и рамке размером 14 х 70:

а) повернутым на 180° (в левом верхнем углу чертежа), если основная надпись, располагается вдоль длинной стороны формата;

б) повернутым на 90° (в правом верхнем углу по длинной стороне листа), если основная надпись располагается по короткой стороне формата.

На формате А4 обозначение чертежа записывается повернутым на 180°, а основная надпись располагается только вдоль короткой его стороны.

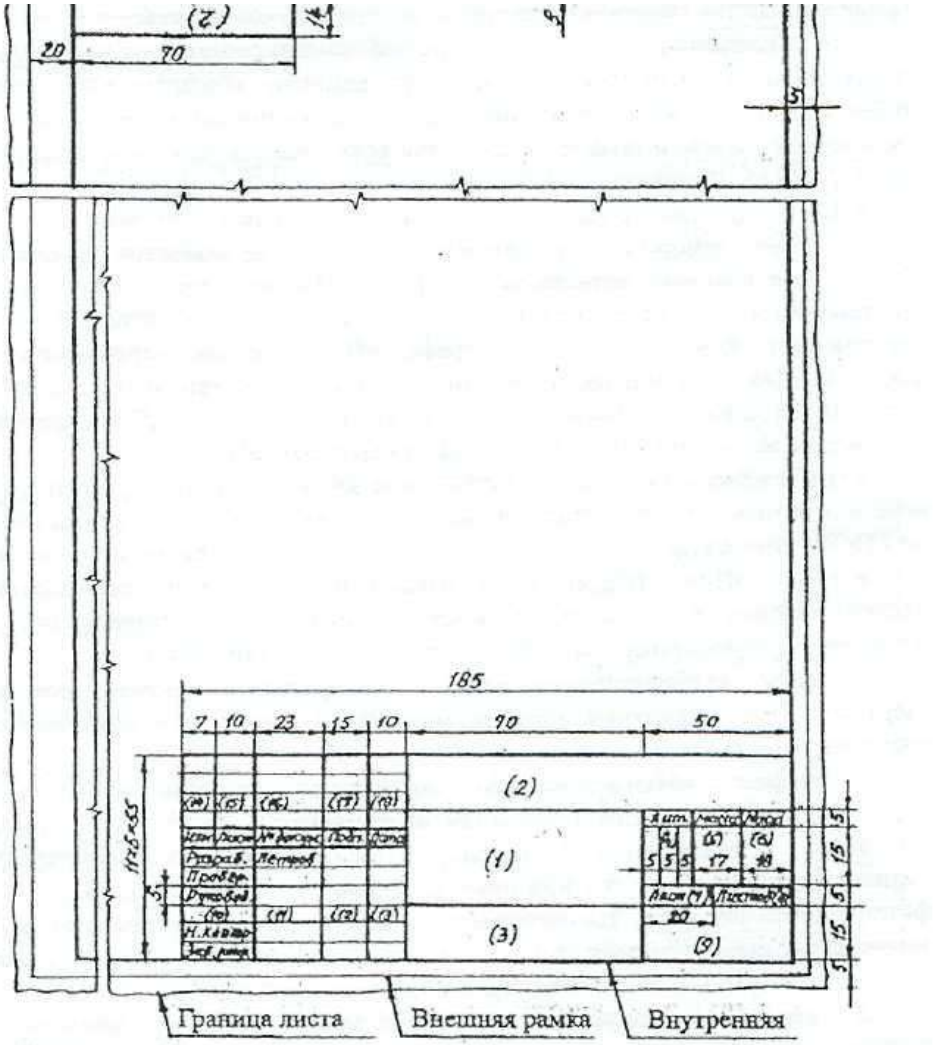


Рисунок 5.1 – Оформление графической документации основной надписью

5.3. Спецификация

Является одним из основных конструкторских документов. Она определяет состав сборочной единицы, комплекса, комплекта.

Согласно ГОСТ, спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу, комплекс или комплект по формам 1 и 1а. Основная надпись на спецификации выполняется по форме 2 для первого листа и по форме 2а — для всех последующих листов согласно ГОСТ. Форма спецификации дана на рис. 5.2 и рис. 5.3.

Графы спецификации заполняют следующим образом:

в графе «Формат» указывают форматы документов (чертежей), обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Если документ (чертеж) выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют «звездочку», а в графе «Примечание» перечисляют все форматы. Для документов, записанных в разделы ((Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу не заполняют. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают: БЧ;

в графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части (при разбивке поля чертежа на зоны по ГОСТ 2.104);

в графе «Поз.» (позиция) указывают порядковые номера составных частей изделия в последовательности записи их в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют;

в графе «Обозначение» записывают условный номер документа (чертежа). На стандартные изделия, материалы, прочие изделия, комплекты графа не заполняется;

в графе «Наименование» записывают разделы в следующей последовательности: «Документация», «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы», «Комплекты». Наличие тех или иных разделов определяется составом пеции-фицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка и подчеркивают тонкой линией. Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка.

В разделе «Документация» записывают только наименование документов (чертежей), входящих в основной комплект, например; «Сборочный чертеж», «Габаритный чертеж», «Технические условия» и т.п.

В разделе «Стандартные изделия» записывают наименование и обозначение изделий в соответствии со стандартами на эти изделия, располагая их группами**,** например: крепежные изделия, подшипники, шпонки и т.д.

Внутри каждой группы изделия располагаются в алфавитном порядке их наименовании, в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого стандарта в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия, например:

Стандартные изделия

Болт ГОСТ 7805-70 М16х20.58

Болт ГОСТ 7805-70 М16х40.88

Винт М4х8.34 ГОСТ 1478-84-93

Винт М6х10.34 ГОСТ 1476- 93

Винт М6х12.48 ГОСТ 17475-80.

В графе «Кол.» (количество) указывается количество деталей, подузлов и т.д. на одно специфицируемое изделие; в разделе «Материалы» - общее количество материалов также на одно специфицируемое изделие с указанием единиц физических величин. Допускается единицы физических величии записывать в графе «Примечание» в непосредственной близости от графы «Кол». В разделе «Документация» графу не заполняют; в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения по усмотрению конструктора, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам (например, для деталей, на которые не выпущены чертежи, массу).

Для документов (чертежей), выпущенных на двух или более листах различных форматов, указывают обозначение форматов, перед перечислением которых проставляют знак звездочки, например: *) А4, А3.

На строительные чертежи спецификация, как правило, не составляется. Перечень помещений и служб какого-либо производственного здания помещается непосредственно на поле чертежа здания под наименованием «Экспликация».

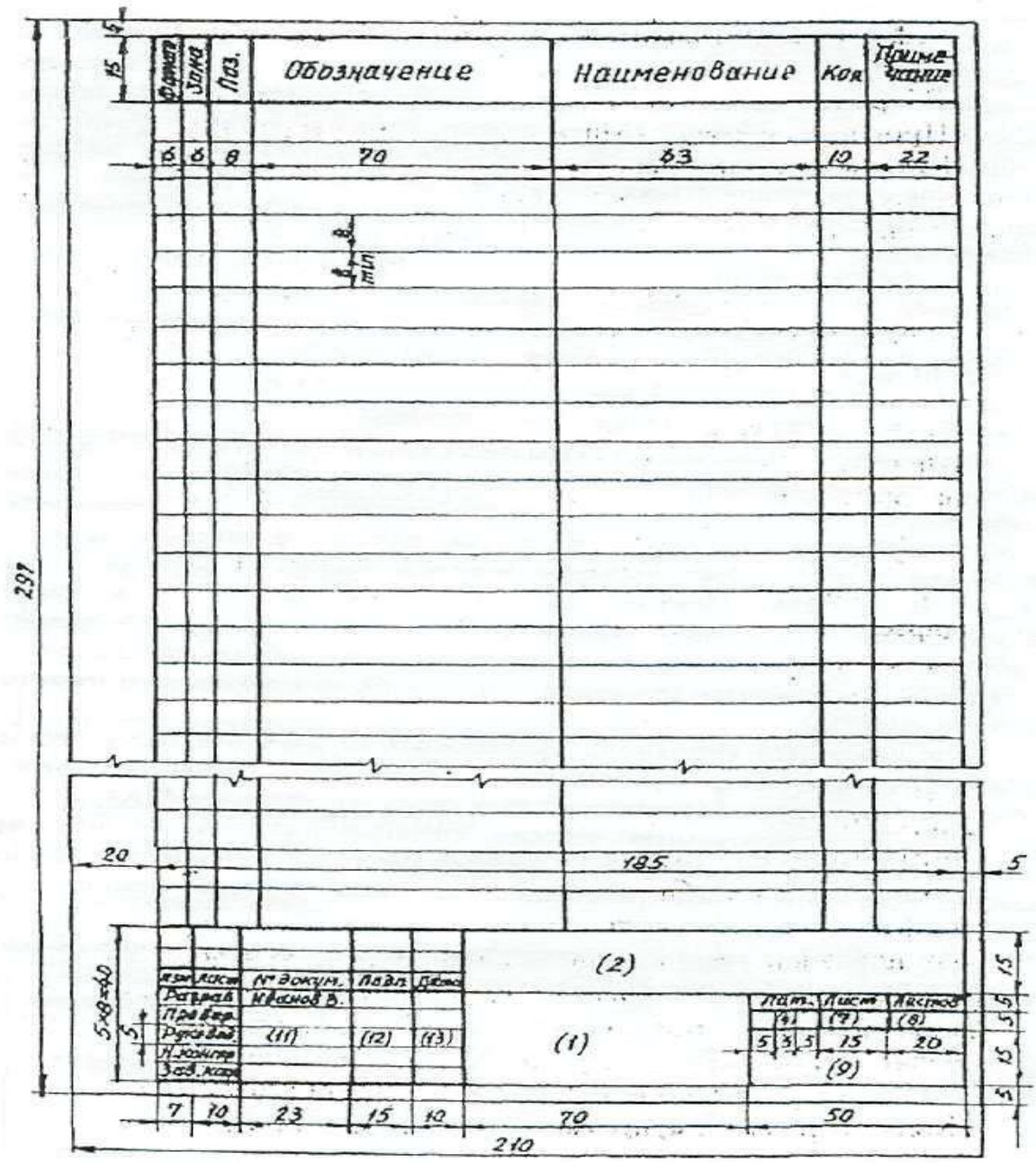


Рисунок 5.2 –Форма 1 спецификации (заглавный лист)

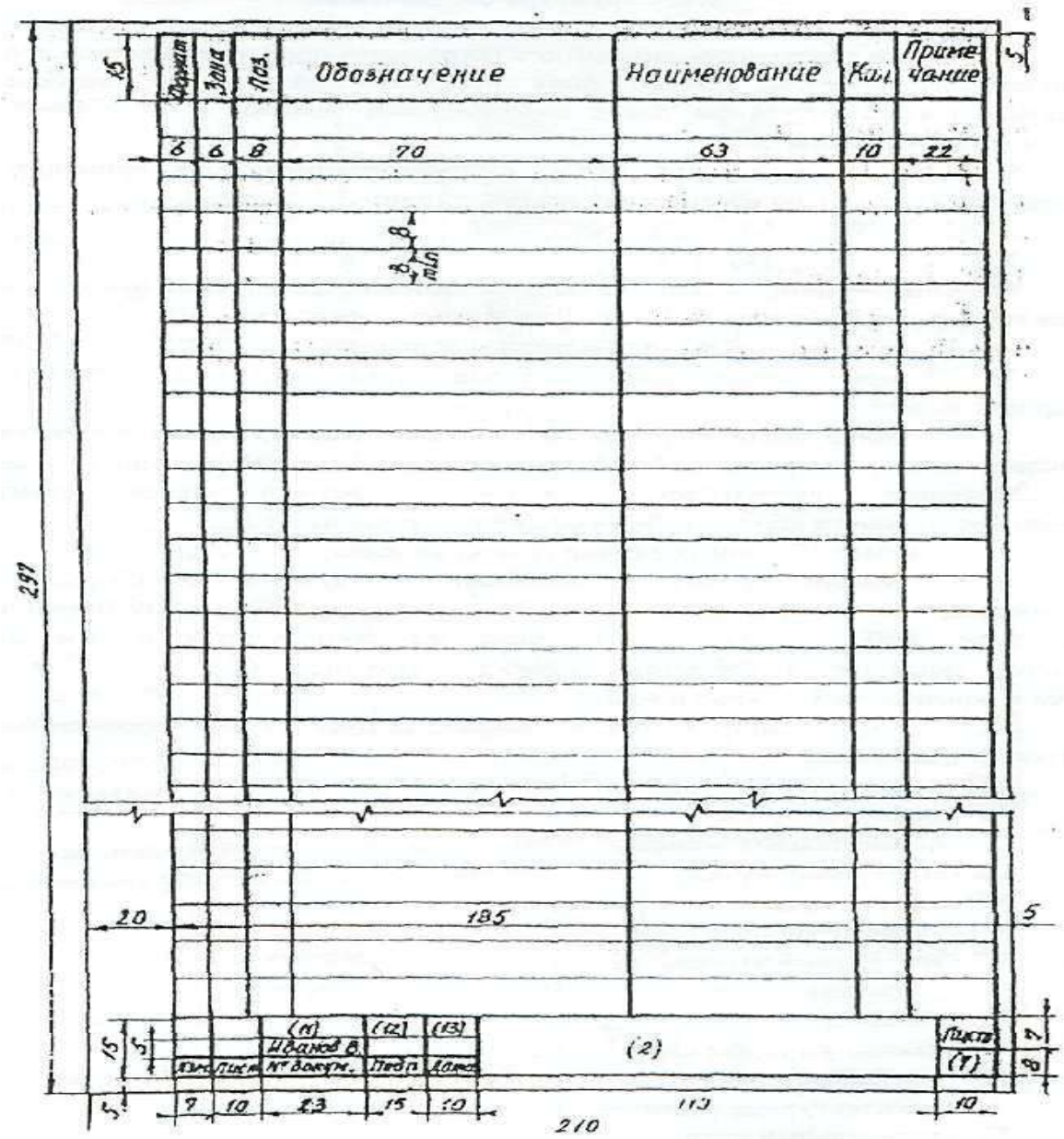


Рисунок 5.3 – Форма 1а спецификации (последующий лист)

6. ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТАЦИИ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

6.1. Структура обозначения

Всем конструкторским документам магистерской диссертации должно быть присвоено обозначение, которое указывается в основной надписи на чертежах.

В соответствии с ГОСТ 2.201 рекомендуется применять следующую структуру обозначения документации:

МД. 00. 00. 00. 00. 000. ДЕ

1 2 3 4 5

где МД — магистерская диссертация;

1- последние две цифры года выполнения магистерской диссертации;

2 - номер выпускной квалификационной магистерской диссертации (порядковый номер автора по приказу об утверждении тем);

3 - номер листа (чертежа) магистерской диссертации, исходя из общей спецификации, например: 01 — генплан хозяйства; 02 - показатели хозяйственной деятельности; 03 - технологическая схема производственного процесса; 04 - общий вид машины и т.д.;

4 - номер сборочных единиц (узлов) машины;

5 - номера узловых соединений (подузлов) в сборочных единицах, например: 010 - стойка сварная; 020 - подшипник в сборе; 030 - рама и т.д. Здесь же обозначаются номера деталей, входящих в сборочную единицу, например: 001- вал ; 002- крышка; 003 - упор и т.д;

ДЕ - шифр конструкторского документа (обозначают прописными буквами), например:

АП - анализ производственной деятельности предприятия,

ГЗ - график загрузки,

ПЗ - пояснительная записка,

СБ - сборочный чертеж,

ВО - чертеж общего вида (машины),

ТЧ - теоретический чертеж,

ГЧ - габаритный чертеж,

М Ч - монтажный чертеж,

ТБ - таблица,

ТК - технологическая карта,

ИК - исследовательская карта,

АР - архитектурные решения,

ГП - генеральный план,

ОХ - охрана труда,

ТП - технико-экономические показатели,

Обозначение схемы: СГ – гидравлическая, СК – кинематическая, СЭ – электрическая, СП – пневматическая.

Д (Д1; Д2; ДЗ) - прочие документы.

Примечания:

1. В обозначении чертежей деталей шифр документа не указывается.
2. Пример обозначения документа приводится в приложении 13.

6.2. Схемы и их обозначение

Схемы выполняются без соблюдения масштаба, компактно, но ясными и удобными для их чтения.

На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Перечень элементов, изображенных на схеме, дают или на чертеже над основной надписью, или выполняют в виде самостоятельного документа на листах формата А4 (210 х 297).

7. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

7.1. Оформление рабочих чертежей

Рабочий чертеж детали это конструкторский документ, содержащий изображения детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. К этим данным относятся размеры, условные знаки, надписи, таблицы и т.д. (текстовая часть чертежей).

На поле чертежа, кроме изображений детали с размерами и необходимыми знаками, располагают основную надпись, технические требования (над основной надписью), знаки шероховатости (в правом верхнем углу), повернутое обозначение чертежа (в верхнем левом или правом углу формата), таблицу параметров при изображении зубчатых колес, звездочек и т.п. (в правой стороне вплотную к внутренней рамке формата).

Компоновка рабочего чертежа детали, выполненного на формате А3 или А1, дана на рис. 7.1.

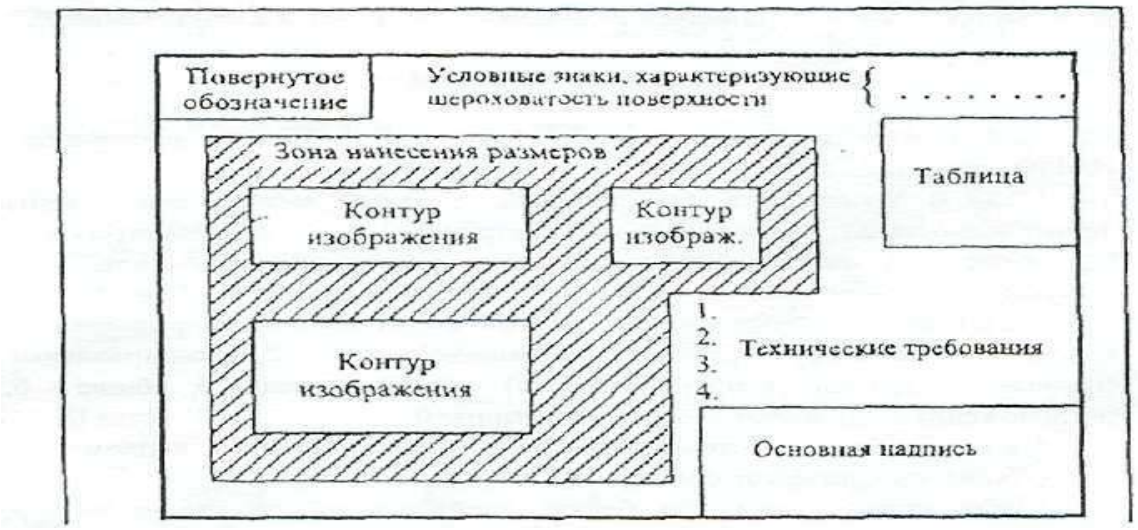


Рисунок 7.1 – Компоновка рабочего чертежа детали

7.2. Надписи на рабочих чертежах

Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц изложены в ГОСТ.

Текст надписи должен быть точным и кратким и располагаться параллельно основной надписи чертежа.

Заголовок «Технические требования» не пишут. Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию и группироваться по своему характеру, примерно в следующей последовательности:

а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (твердость, влажность, гигроскопичность, электрические и магнитные свойства и т.п.);

б) размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т.п.;

в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии и др.

Каждый пункт технических требований записывают с новой строки.

Надписи, относящиеся к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней. Линию-выноску заканчивают или точкой на изображении, или стрелкой (рис. 7.2.).

Рисунок 7.2 – Нанесение надписей относящихся к изображению

Наименование детали в основной надписи записывают в именительном падеже в единственном числе. В наименованиях, состоящих из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: *Колесо зубчатое.*

В надписях на чертежах не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых, а также установленных в стандартах.

7.3. Нанесение размеров и предельных отклонений

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах устанавливает ГОСТ.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Нанесение размеров прямолинейных отрезков, дуг и других поверхности дано на рис. 7.3-7.5.

Линейные и угловые размеры составных частей изделия, сборочных единиц и деталей необходимо согласовать с ГОСТ 6636-69* и ГОСТ 8908-81, которые соответственно устанавливают четыре ряда чисел для выбора линейных размеров и три ряда значений углов и уклонов.

При разработке конструкции изделия и простановке размеров необходимо иметь понятие о базах отсчета. Согласно ГОСТ 21495-76* базы подразделяют на: конструкторские (основные и вспомогательные), технологические и измерительные.

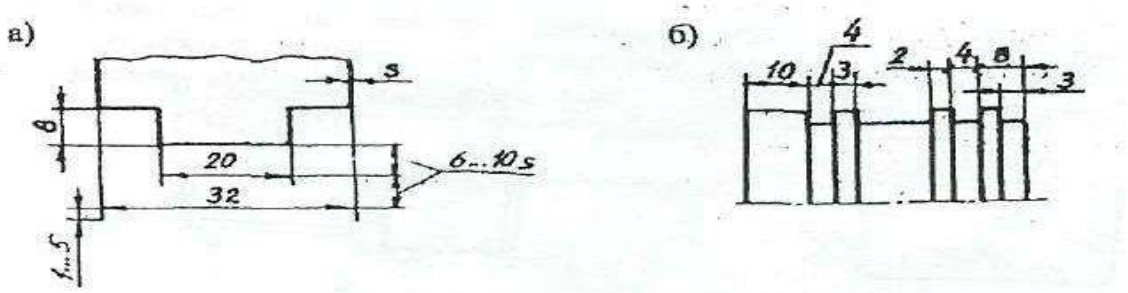


Рисунок 7.3 – Общие правила нанесения размеров

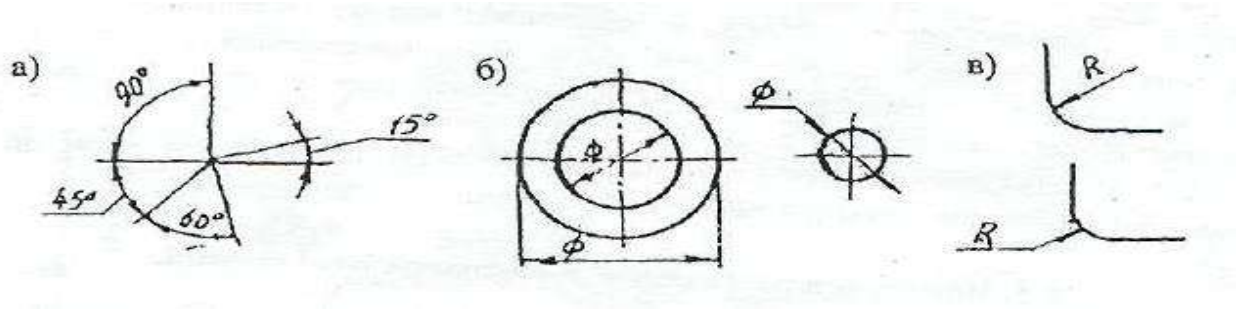


Рисунок 7.4 – Нанесение размеров дуг, диаметров и радиусов

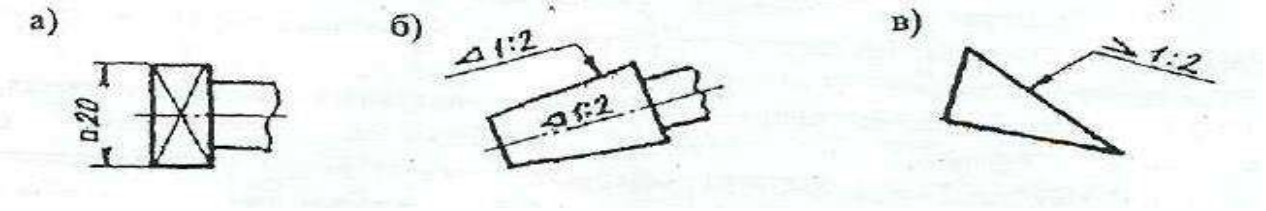


Рисунок 7.5 – Простановка размеров квадрата, конусности и уклона

Измерительная база определяет относительное положение заготовки или изделия и средства измерения.

Согласно ГОСТ, размеры, определяющие положение сопрягаемых поверхностей, проставляют, как правило, от конструкторских баз с учетом возможности выполнения и контроля этих размеров.

Конструкторские базы определяют положение в изделии любой сборочной единицы или детали. Среди этих баз могут быть скрытые базы в виде воображаемой плоскости, оси или точки.

Технологическая база определяет положение заготовки при изготовлении или ремонте изделия.

На рабочем чертеже кронштейна (см. рис. 7.6) в качестве примера показаны конструкторские базы, условно отмеченные зачерченными треугольниками, три плоскости (третья плоскость-плоскость симметрии), от которых отложены присоединительные размеры a, b, d и C

На приведенном чертеже имеется еще одна вспомогательная конструкторская база (литейная), которая увязана с основной базой через размеры к и h и используется для изготовления литейной модели и приемки (контроле) отливки.

Предельные отклонения линейных размеров указывают на чертежах непосредственно после номинальных размеров условными обозначениями полей допусков в соответствии с ГОСТ 25346-82, например: 18H7, 12e8, или числовыми значениями, например;

$$\mathbf{18^{+0,018}},\quad \mathbf{12^{-0,032}_{-0,059}}.$$

Предельные отклонения размеров деталей, изображенных на чертеже в сборе, указывают одним из следующих способов:

$$\mathbf{50}\frac{\boldsymbol{H11}}{\boldsymbol{h11}} \quad \text{или} \quad \mathbf{50}\frac{\mathbf{+0,16}}{\underline{\mathbf{-0,32}}}_{\mathbf{-0,48}} \quad \text{или} \quad \mathbf{50}\frac{\boldsymbol{H11}\mathbf{(^{+0,16})}}{\boldsymbol{h11}\mathbf{(_{-0,16})}},$$

где в числителе указывают обозначения (или значения) поля допуска предельного отклонения отверстия, а в знаменателе – то же для вала.

Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности, а также допуски свободных поверхностей от 12 до 18 квалитета можно не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа, например, для симметричных предельных отклонений, назначаемых по 14 квалитету запись производится в следующем виде:

«Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm\frac{IT14}{2}$».

Указывать предельные размеры допускается также на сборочных чертежах для зазоров, натягов, мертвых ходов и т.п., например:

«Осевое смещение кулачка выдержать в пределах 0,6-1,4мм.»

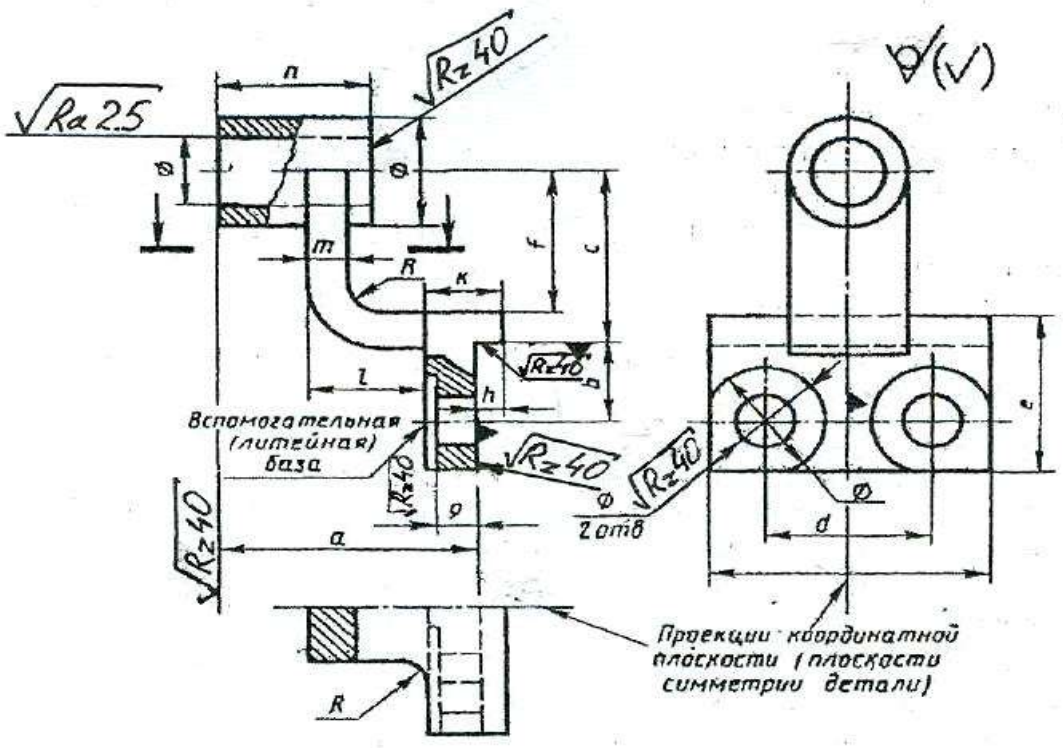


Рисунок 7.6 – Чертеж кронштейна

Для поверхностей деталей, которые обрабатываются после сборки или совместно с другой деталью, в технических требованиях пишут следующие указания:

1) «Размеры в скобках после сборки» (на чертеже детали такие размеры заключаются в круглые скобки);

2) «Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с деталью …» (на чертеже размеры элементов, обрабатываемых совместно, заключают в квадратные скобки);

3) если отдельные элементы изделия должны быть обработаны по другому изделию (пригнаны к нему), то размеры таких элементов должны быть отмечены у изображения знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* Поверх. А обработать по дет..., выдержать размер Б» (где А - общая поверхность для двух изделий, Б — общий размер сопрягаемых поверхностей: диаметр, конусность и т.д.).

7.4. Обозначения шероховатости поверхности

Обозначения шероховатости поверхностей и правила их нанесения на чертежах устанавливает ГОСТ 2.309-73.

Шероховатость поверхности обозначают одним из знаков, приведенных на рис. 7.8 – 7.13.

Шероховатость поверхности характеризуется, в основном, двумя высотными параметрами:

Ra - среднее арифметическое отклонение профиля, мкм;

Rz – высота поверхностей профиля по десяти точкам, мкм;

Символы и значения шероховатости указывают для всех параметров шероховатости. Например, для параметров Ra и Rz:

$\sqrt{\mathbf{Ra2,5}}$ - шероховатость поверхности ограничена значением параметра Ra, равного 2,5 мкм;

$\sqrt{\mathbf{Rz40}}$ - шероховатость поверхности ограничена значением параметра Rz, равного 40 мкм.

Примечания:

1. Параметр Ra является предпочтительным.
2. Предпочтительные значения параметра Ra: 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,60; 0,80; 0,40; 0,20; 0,100; 0,050; 0,025; 0,012.

3. Предпочтительные значения параметра Rz: 400; 200; 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,60; 0,40; 0,20; 0,100; 0,050.

7.5. Обозначение шероховатости на чертежах

Знаки шероховатости на изображении детали располагают на линиях контура, выносных линиях или на полках линий-выносок. Обозначения шероховатости поверхностей приведены на рис. 7.8 – 7.14.

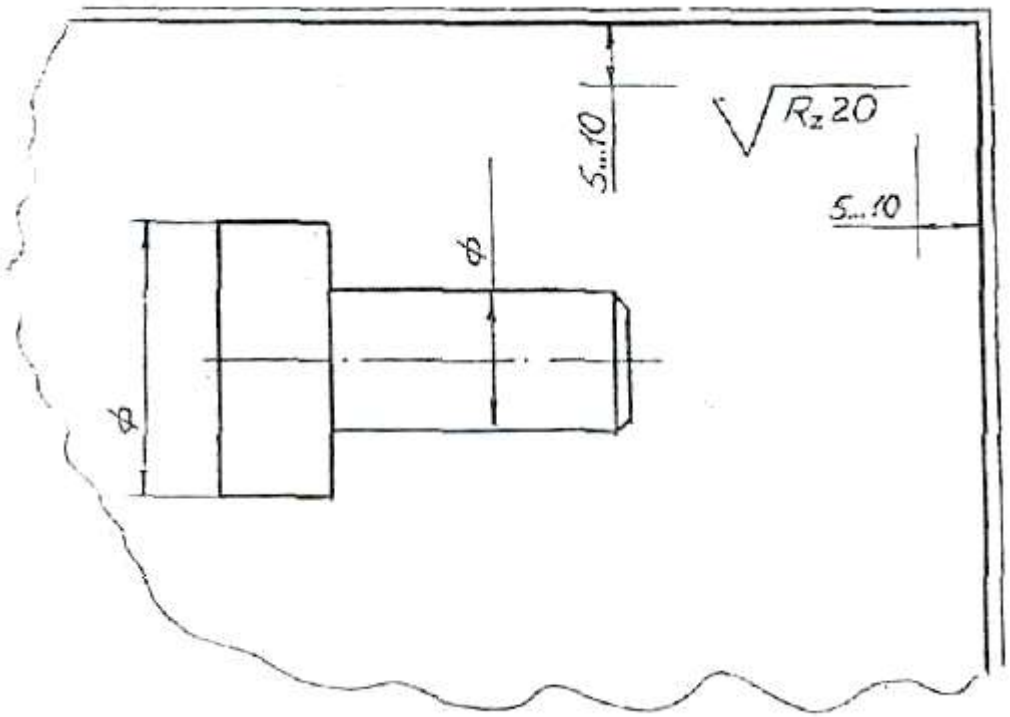


Рисунок 7.8.

Если шероховатость всех поверхностей детали должна быть одинаковой, то в правом верхнем углу чертежа наносят общее обозначение шероховатости, причем размеры и толщина линий знака должны быть в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, применяемых на изображении детали (рис. 7.8).

Если одинаковой должна быть шероховатость не всех поверхностей детали, а только части их, в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости (предпочтительно преобладающей по числу поверхностей) и условный знак. Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены знаки шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную в правом верхнем углу чертежа перед знаком в

скобках. Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков на изображении детали (рис. 7.9).

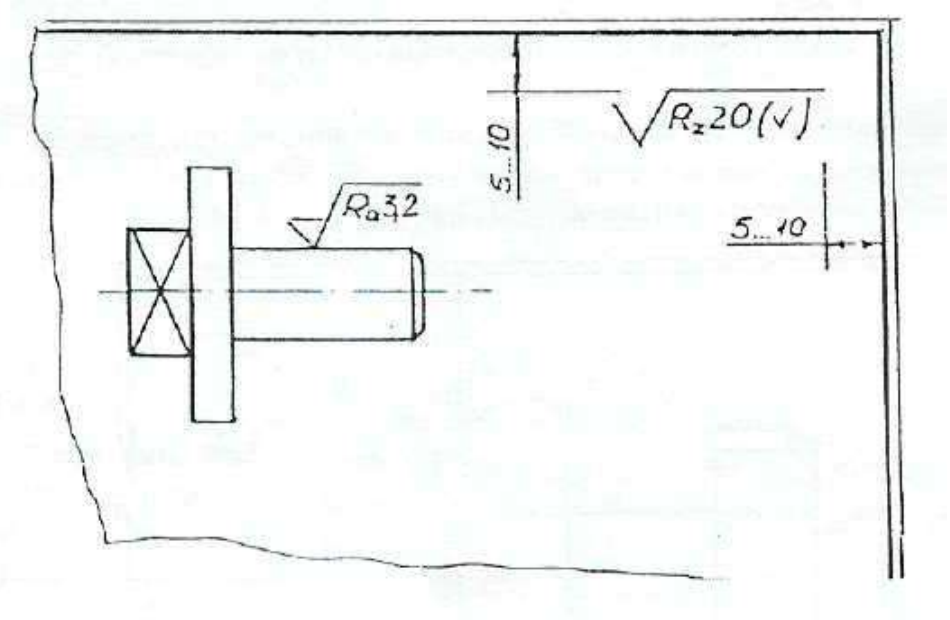


Рисунок 7.9.

Когда часть поверхностей детали не обрабатывается по данному чертежу (остаётся в состоянии поставки), в правом верхнем углу чертежа помещают знаки, а на изображении наносят знаки шероховатости на обрабатываемые поверхности (рис. 7.10).

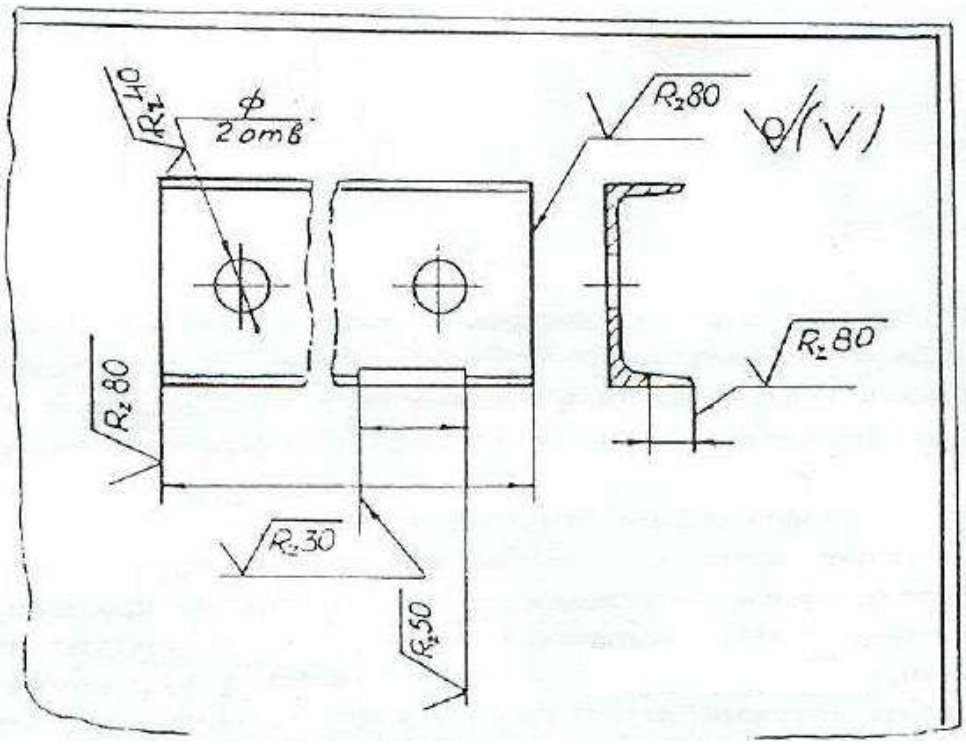


Рисунок 7.10.

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз (рис. 7.11). Диаметр вспомогательного знака ○ = 4…5 мм.

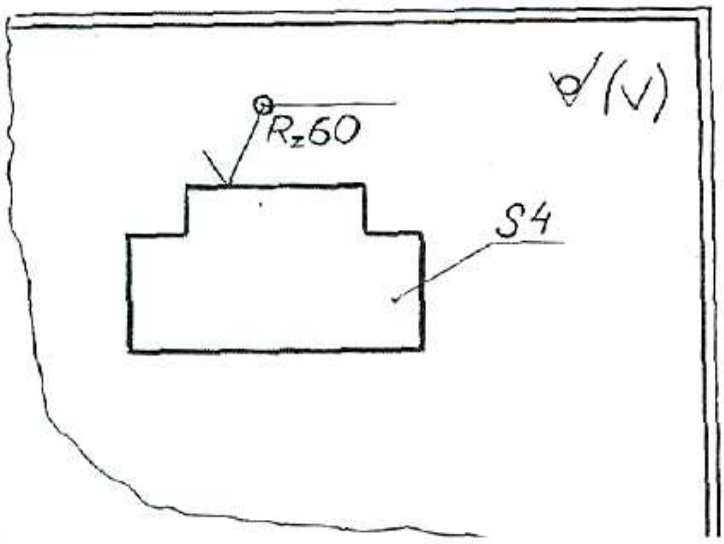


Рисунок 7.11.

Когда шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости (рис. 7.12).

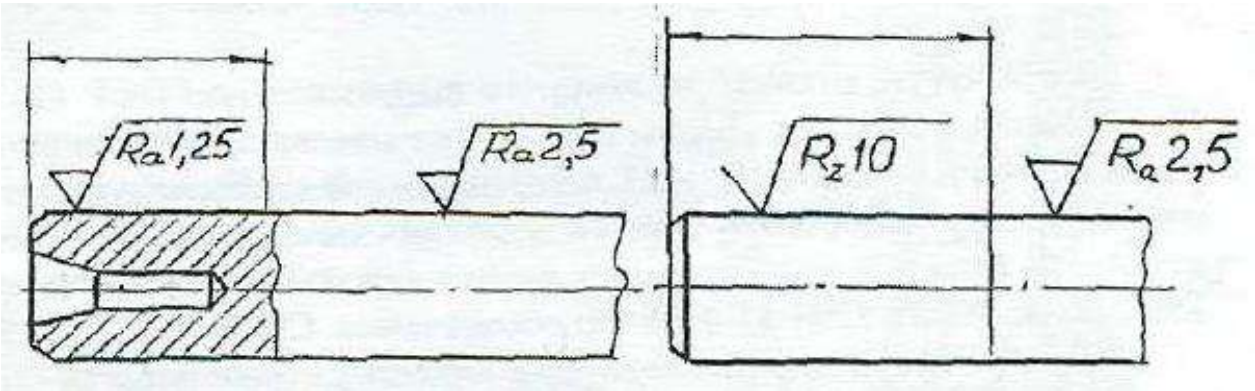


Рисунок 7.12.

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колёс, эвольвентных шлицев и т.п., если на чертеже не приведён их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности (рис. 7.13).

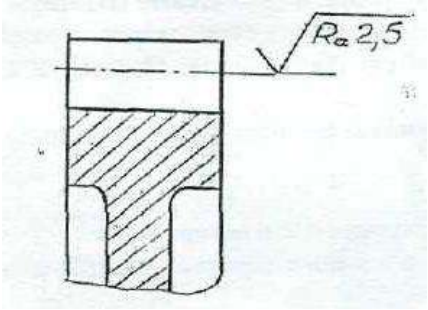


Рисунок 7.13.

Обозначение одинаковой шероховатости поверхности сложной конфигурации допускается приводить в технических требованиях чертежа, ссылаясь на буквенное обозначение шероховатости, например: «шероховатость поверхности $\sqrt{\mathbf{R_z\,40}}$» (рис. 7.14).

При этом контур поверхности обводят утолщенный штрихпунктирной линией (на расстоянии 0,8-1 мм) и отводят от нее линию-выноску, на полке которой пишут букву, обозначающую поверхность.

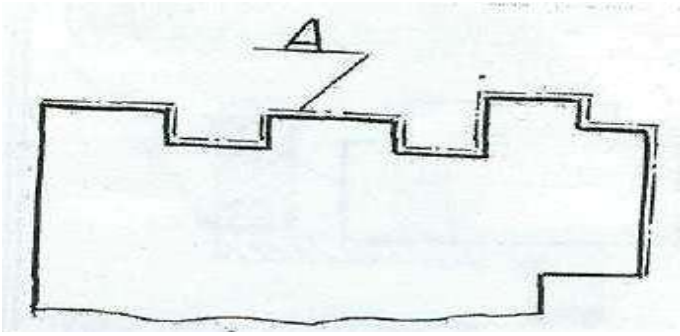


Рисунок 7.14.

7.6. Материалы и их обозначения

7.6.1. Чугуны

Серый чугун, отливки из которого выпускают по ГОСТ 1412-85, марок 10, 15, 18, 20, 25, 30, 35. Цифры обозначают предел прочности на растяжение в кг/мм^2. Чугуны марки 10 и 15 применяют для слабонагруженных деталей; марок 20…35 – для станин станков, зубчатых колес и т.п. Для ответственных деталей и сложной конфигурации применяют высокопрочный чугун марок 35…100 по ГОСТ 7293-85. Пример обозначения: СЧ 25 ГОСТ 1412-85.

Ковкий чугун применяют для изделий, работающих в условиях динамических нагрузок, выпускаются по ГОСТ 1215-79 двух классов: ферритовый (Ф) марок 30-6, 33-8 и т.д. и перлитовый (П) марок 45-7,50-5 и т.д. Первое число показывает временное сопротивление разрыву, второе – относительное удлинение. Пример обозначения: Отливка КЧЗ-6 Ф ГОСТ 1215-79.

Марки легированных чугунов и рекомендации по их применению см. в ГОСТ 7769-82.

7.6.2. Стали

Стали подразделяют на углеродистые и легированные.

Сталь углеродистую обыкновенного качества изготавливают по ГОСТ 380-88 семи марок, от 0-й до 6-й.

Сталь всех марок и групп в зависимости от степени раскисления изготавливают кипящий (кп), полуспокойной (пс) и спокойной (сп).

Примеры обозначений: СТЗ пс ГОСТ 380-88 - сталь марки 3, полуспокойная.

Слово «сталь» перед обозначением указанных марок не пишут.

Сталь углеродистую качественную конструкционную изготавливают по ГОСТ 1050-88** с гарантированным химическим составом и механическими свойствами марок 08, 10, 15, 20 и т.д. Пример обозначения: Сталь 45 ГОСТ 1050-88 (слово «Сталь» пишут обязательно).

Из стали марок 10, 15, 20 изготавливают болты, винты, гайки; из марок 45...60 - ответственные детали, такие, как коленчатые валы, шестерни, поршни.

Кроме недорогих углеродистых сталей широко используют сталь повышенной и высокой обрабатываемости резанием, изготовляемую по ГОСТ 1414-75*Е. Эту сталь называют автоматной, так как из нее изготавливают на станках-автоматах малой ответственности болты, гайки, винты и другие подобные детали. Пример обозначения: Сталь А12 ГОСТ 1414-75.

Легированные стали. Технические требования и марки этих сталей устанавливает ГОСТ 4543-71. В их обозначение включают обозначение

легирующих элементов: Г - марганца, С - кремния, Х - хрома, Н - никеля, М - молибдена и т.д. и процентное содержание этих элементов. Например, хромоникелевая сталь марки 20ХН обозначается: Сталь 20ХН ГОСТ 4543-71(содержание углерода - 0,2 %, хрома и никеля менее 1,5 %).

Если деталь изготавливается из сортового материала определенного профиля (сталь прокатная), запись должна содержать сведения о сортаменте (в числителе) и материале (в знаменателе), например:

8-h10 ГОСТ 8560-78

Шестигранник , ---------- ,

45-В-5-Т ГОСТ 1050-88

где ГОСТ 8560-78 - стандарт на сортамент стали калиброванной шестигранной, с диаметром вписанного круга 8 мм, с полем допуска Н0 из стали марки 45, категории 5, с качеством поверхности группы В по ГОСТ 1050-88, термически обработанной;

Швеллер 20-Б ГОСТ 8240-89

СтЗпс-2 ГОСТ 535-88 '

где ГОСТ 8240-89 - стандарт на сортамент швеллеров, 20 - размер высоты швеллера. ГОСТ 535-88 - стандарт на прокат сортовой стали обыкновенного качества, марки 3, полу спокойной, категории 2.

Труба 20х2,8 ГОСТ 3262-75 труба водогазопроводная обычной точности изготовления, внутреннего диаметра 20 мм, с толщиной стенки 2,8 мм. Марка материала не указана, так как она определена в стандарте на сортамент таких труб.

7.6.3. Цветные металлы и сплавы

Латунь - медно-цинковый сплав литейный выпускают следующих марок: Л-63; ЛА67-2,5; ЛАЖМц 66-6-3-2; ЛК80-ЗЛ и др. Первые две цифры дают содержание меди в процентах, последующие цифры - процентное содержание других компонентов (алюминия - А, железа - Ж, марганца - Мц и т.д.), остальное цинк. Пример обозначения Л-63 ГОСТ 17711-75.

Бронзы оловянные литейные изготавливают марок:

БрОЦСН3-7-5-1 ГОСТ 613-79; БрАЖМЦ 10-3-1,5 ГОСТ 1628-78 и др. В приведенных примерах буквы обозначают: О - олово, Ц - цинк, С - свинец, Н - никель, А - алюминий; Ж- железо, М - марганец; цифры - содержание элементов в %.

Алюминиевые сплавы, предназначенные для литья, обозначают АЛ 1, АЛ2 и т.д., для ковки - АК1, АК2 и т.д., обрабатываемые давлением Д1, Д2 и т.д. (дюралюминий). Сплав алюминия с кремнием (Si) называют силумином - СИЛ-00, СИЛ-0 и т.д. Примеры обозначений:

АЛ9 ГОСТ 2685-75 (для отливки тонких сложных форм деталей);

АК8 ГОСТ 4784-74 (для поковок);

Д16 ГОСТ 4784-74 (для штамповки высокопрочных и легких деталей). Цифры 9, 8, 16 указывают номер сплава.

Неметаллические материалы, которые широко используются, можно выделить следующие:

а) ***резина*** маслостойкая мягкая МС-М 3х200х250 ГОСТ 7338-77 (3х200х250 - размеры в мм);

б) ***паронит*** ПОН 0,8 ГОСТ 481-80 (0,8 - толщина паронита в мм);

в) ***текстолит*** ПТК-20 сорт 1 ГОСТ 5-78, где 20 - диаметр стержня (марка используется, в частности, для изготовления бесшумных шестерен); текстолит А-10,0 ГОСТ 2910-74, где А - марка, 10,0 - толщина листа в мм;

г) ***войлок*** технический и детали из него, для машиностроения - тонкошерстный (ГОСТ 288-72), полугрубошерстный (ГОСТ 6418-81). Примеры обозначения:

Войлок ТС7 ГОСТ 288-72, где Т - тонкошерстный, С - сальниковый, 7 - толщина в мм;

Кольцо СТ75-50-7 ГОСТ 288-72, где числа обозначают размеры кольца;

д) ***фторопласт*** используют для изготовления прокладок, шлангов, манжет, вкладышей подшипников и других изделий. Выпускают по ГОСТ 10007-80*Е марок: С - для специзделий, П - для электроизоляции, О - общего

назначения, Т - для толстостенных изделий и трубопроводов. Пример обозначения: Фторопласт - 4П ГОСТ 10007-80.

7.7. Обозначение покрытий, обработки и показателей свойств материалов

Обозначения покрытий и показатели свойств материалов наносятся на чертежах изделий в соответствии с ГОСТ 2.310-68.

7.7.1. Обозначения покрытий

Защитные, декоративные, износоустойчивые, электроизоляционные и другие покрытия приводятся в технических требованиях чертежа. Перед обозначением пишут слово «Покрытие», после обозначения покрытия - данные о материале покрытия, т.е. марку материала и стандарт. Поверхности, на которые наносятся покрытия, обозначают буквами - разными для покрытий различных типов (рис. 7.15). Запись в технических требованиях делают по типу: «Покрытие поверхности Л..., поверхностей Б...»; «Покрытие поверхности А..., остальных ...» или «Покрытие ..., кроме поверхности А». Если поверхность можно определить однозначно, то запись делают по типу: «Покрытие наружных поверхностей...».

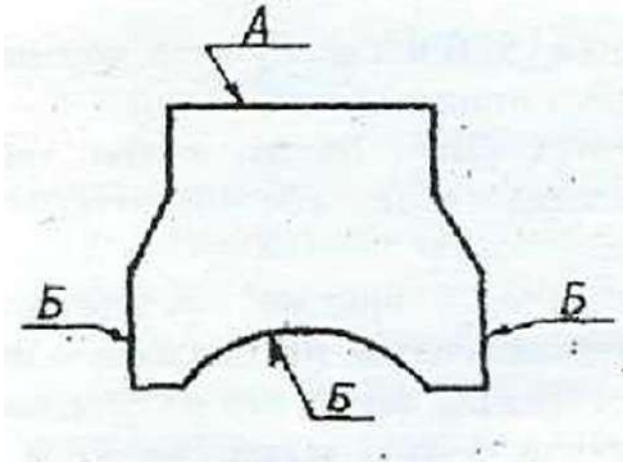


Рисунок 7.15.

Если поверхность однозначно определить нельзя, то поверхность, на которую наносится покрытие, обводят утолщенной штрихпунктирной линией на расстоянии 0,8-1 мм от контурной линии, обозначают буквой и при необходимости проставляют размеры (рис. 7.16).

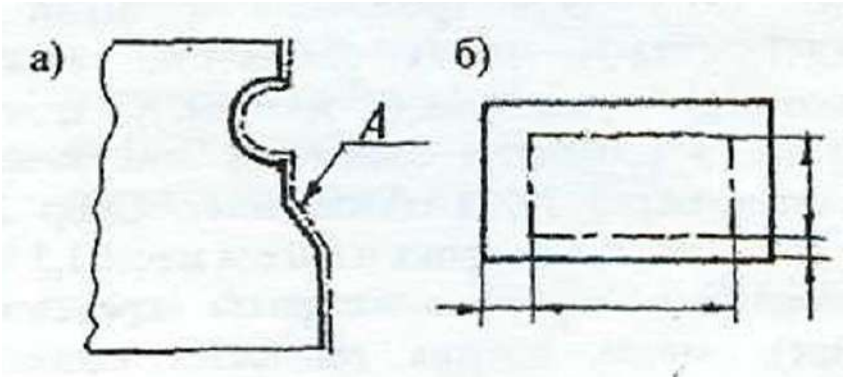


Рисунок 7.16.

7.7.2. Показатели свойств материалов

Показатели свойств материала изделий, подвергаемых термической или другим видам обработки, приводят в технических требованиях чертежа, или на изображении изделий.

В обозначении указывают следующие показатели: твердость по Роквеллу (HRC_3, HRB, HRA), твердость по Бринеллю (НВ), твердость по Виккерсу (HV), предел прочности ($сг_в$), предел упругости ($a_у$), ударную вязкость (КСЦ, KCV, КСТ), глубину обработки (h) и т.п.

Значения показателей свойств материала указывают пределами (например: h 0,7...0.9; 4О...46НИСэ) или номинальными значениями с предельными отклонениями.

При обозначении твердости принят следующий порядок записи: сначала числовое значение, а затем буквы, обозначающие метод определения твердости.

Если обработке подвергают отдельные участки изделия, то их обводят утолщенной штрихпунктирной линией на расстоянии 0,8…1 мм от линии контура, и показатели проставляют на полке линии-выноски, проведенной от штрихпунктирной линии (рис. 7.17-7.19).

Если большую часть поверхности подвергают одному виду обработки, а остальные поверхности - другому или предохраняют от него, то в технических требованиях делают запись по типу: «40...45 HRC, кроме поверхности А», или «30... 35HRC, кроме места, указанного особо» и т.д.

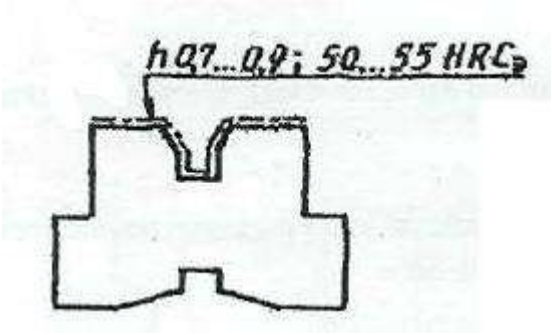


Рисунок 7.17.

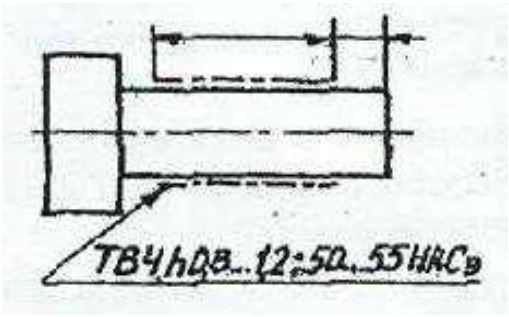


Рисунок 7.18.

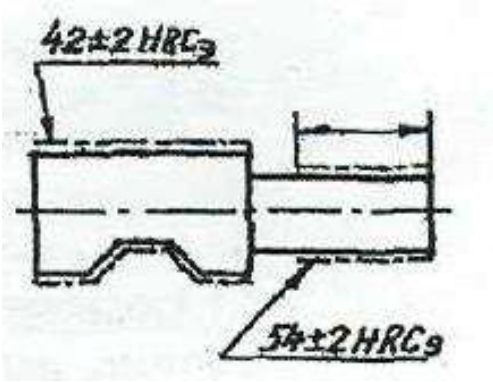


Рисунок 7.19.

Примечание. При использовании для изготовления деталей углеродистых сталей типа: сталь 30, 35, 40, 45, сталь У8, и др. на чертеже деталей необходимо проставить термообработку, иначе их свойства остаются на уровне малоуглеродистых сталей типа Ст3, Ст5 и т.д. Примеры записи: «Закалить до НКСэ50»; «Термообработать до твердости НКСэ45»; «Закалить в масле HRCэ55» и т.п.

7.8. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертежах условными обозначениями согласно ГОСТ 2.308-79. Термины и определения

допусков формы и расположения поверхностей - по ГОСТ 24642-81. Числовые значения допусков формы и расположения поверхностей - по ГОСТ24643-81.

Вид допуска формы и расположения поверхностей должен быть обозначен на чертеже знаками (графическими символами), приведенными в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Знаки обозначения видов допуска формы и расположения

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	▱
	Допуск круглости	○
	Допуск цилиндричности	⌭
	Допуск профиля продольного сечения	⌓
Допуск расположения	Допуск параллельности	//
	Допуск перпендикулярности	⊥
	Допуск наклона	∠
	Допуск соосности	◎
	Допуск симметричности	⌯
	Позиционный допуск	⌖
	Допуск пересечения осей	×
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения. Допуск торцевого биения. Допуск биения в заданном направлении	↗
	Допуск полного радиального биения. Допуск полного торцевого биения.	⌰
	Допуск формы заданного профиля	⌒

При условном обозначении данные о допусках формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две и более части, в которых помещают:

в первой - знак допуска по таблице; во второй — числовое значение допуска в миллиметрах; в третьей и последующих буквенное обозначение базы (баз) или буквенное обозначение поверхности, с которой связан допуск расположения.

Рамки следует выполнять сплошными тонкими линиями. Высота цифр, букв и знаков, вписываемых в рамки, должна быть равна размеру шрифта размерных чисел.

Рамку располагают горизонтально, соединяя ее с элементом, к которому относится допуск, сплошной тонкой линией, заканчивающейся стрелкой. Соединительная линия может быть ломаной, но направление отрезка со стрелкой должно соответствовать направлению измерения отклонения.

Перед числовым значение допуска следует указывать:

символ ○, если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают его диаметром (рис. 7.20 а):

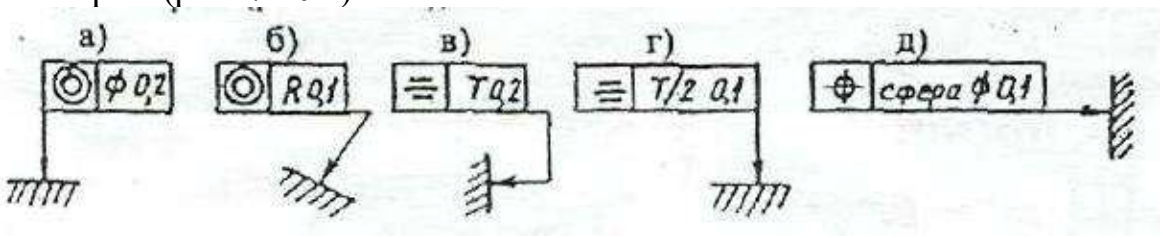


Рисунок 7.20.

символ R, если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают радиусом (рис. 7.20 б);

символ Т, если допуски симметричности, пересечения осей, формы заданного профиля и заданной поверхности, а также позиционные допуски указывают в диаметральном выражении (рис. 7.20 в);

символ Т/2 для тех же видов допуска, если их указывают в радиусном выражении (рис. 7.20 г);

слово «сфера» и символы О и R, если поле допуска сферическое (рис. 7.20 д).

Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют при помощи соединительной линии с рамкой. Треугольник – равносторонний, высотой равной размеру шрифта размерных чисел.

Некоторые примеры указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей даются на рис.7.21.

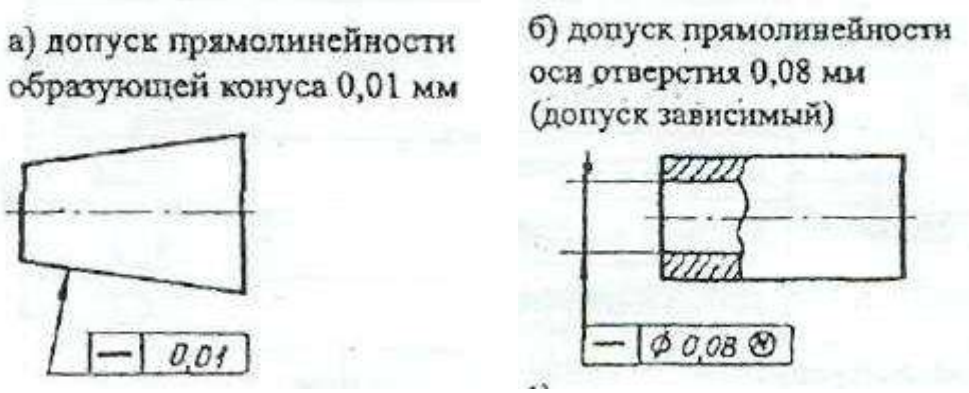
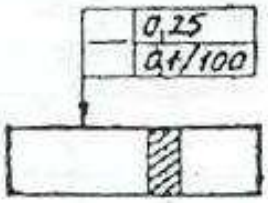
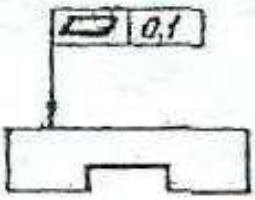


Рисунок 7.21.

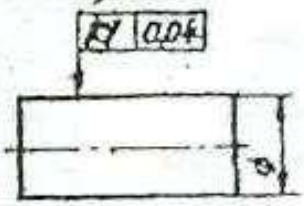
в) допуск прямолинейности поверхностей 0,25 мм на всей длине и 0,1 мм на длине 100 мм



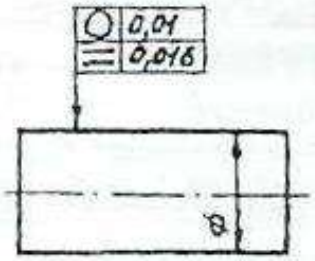
г) допуск плоскостности поверхности 0,1 мм



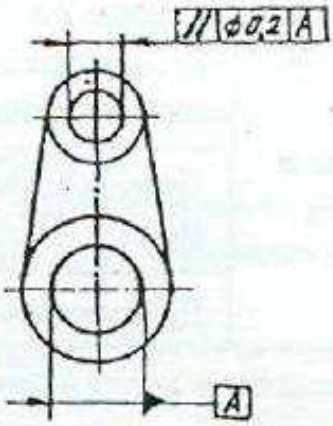
д) допуск цилиндричности вала 0,04 мм



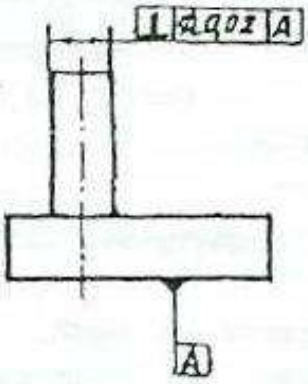
е) допуск круглости вала 0,01мм. Допуск профиля продольного сечения вала 0,016 мм



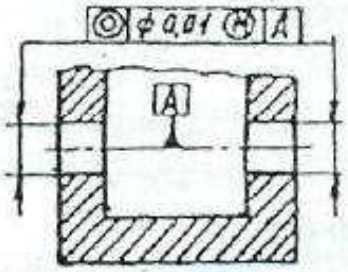
ж) допуск параллельности оси отверстия относительно оси отверстия А 0,2 мм



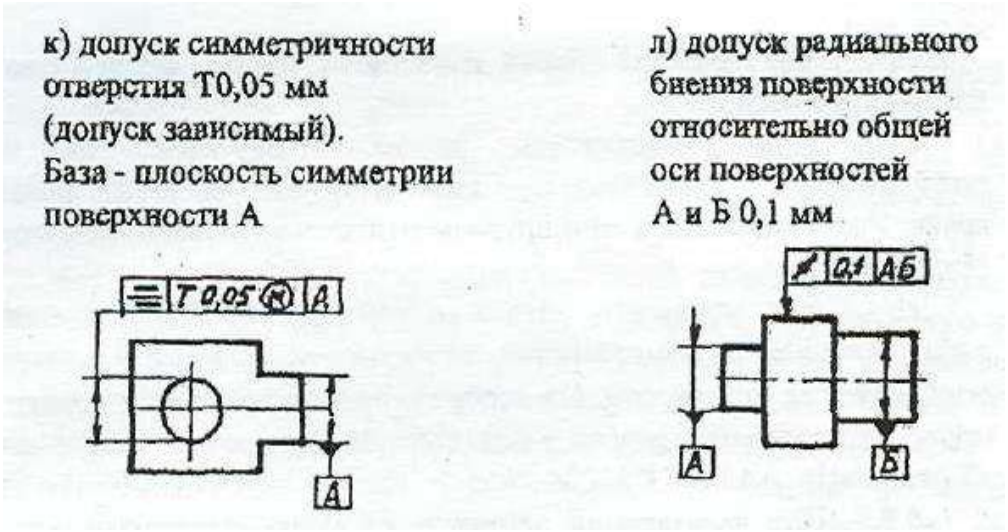
з) допуск перпендикулярности оси выступа относительно поверхности А 0,02 мм



и) допуск соосности двух отверстий относительно их общей оси 0,01 мм (допуск зависимый)



Продолжение рисунка 7.21.



Продолжение рисунка 7.21.

7.9. Чертежи нестандартных (оригинальных) деталей

Литые детали нашли широкое применение в промышленности (маховики, шкивы, крышки, рычаги, цилиндры, опоры, кронштейны, корпусные детали и т.д.).

При нанесении размеров на чертежах литых деталей следует учитывать следующие особенности;

а) взаимное положение необрабатываемых поверхностей детали указывают размерами, которые связывают эти поверхности между собой;

б) механически обработанные поверхности и необрабатываемые связывают между собой не более, чем одним размером по длине, высоте и глубине детали.

Литейными базами могут служить оси или плоскости симметрии или необрабатываемые поверхности.

На рабочем чертеже литой детали помещают технические требования, в которых делают запись типа: «Неуказанные литейные радиусы 2...3 мм».

Детали, имеющие форму тел вращения, обрабатываются в основном на токарных и аналогичных им станках. При выполнении чертежей таких деталей следует учитывать следующие требования:

а) в местах перехода от одного диаметра вала к другому следует выполнять округления галтели;

б) для удобства сборки изделия на торцах деталей рекомендуется выполнять фаски;

в) если поверхность детали шлифуется, то необходимо предусмотреть специальную канавку для выхода шлифовального круга. Размеры канавок при круглом и плоском шлифовании определяются стандартом;

г) для установки детали в центрах токарного станка в детали выполняют центровые отверстия, размеры и условные обозначения которых определяются стандартом. На изображении детали к центровому отверстию проводят линию со стрелкой и на полке линии-выноски делают надпись типа: «2 отв. центр. А4 ГОСТ 14034-74» (см. приложение И.1 - Чертеж вала).

При выполнении чертежей деталей, полученных гибкой, кроме основных изображений, необходимо дать развертку этой детали. Над изображением развертки помещают надпись «Развертка» (слово «Развертка» не подчеркивают). Если необходимо, на развертке указывают линии сгиба.

8.СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

8.1. Изображения на сборочном чертеже

Изображение изделия на сборочном чертеже должно быть таким, чтобы оно давало полное представление о расположении и взаимной связи составных частей, и по нему можно было осуществить сборку и контроль изделия. При необходимости на поле чертежа можно дополнительно размещать схематические изображения соединения и расположения составных частей изделия.

На сборочном чертеже должны быть проставлены контролируемые и другие требующиеся для сборки размеры, а так же габаритные, установочные, присоединительные и необходимые справочные размеры.

Перемещающиеся части изделия изображают в крайнем или промежуточном положении тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками. Сплошной тонкой линией отмечают расположение соседних изделий - «обстановку».

Сборочный чертеж выполняется с упрощениями, которые установлены стандартами ЕСКД:

1) допускается не показывать на сборочном чертеже мелкие элементы: фаски, скругления, углубления, выступы, насечки, рифление, зазоры между стержнем и отверстием, надписи на табличках и т.д. Допускается, отступая от масштаба чертежа, показывать такие мелкие элементы с увеличением;

2) допускается не показывать на чертеже крышки, кожухи и другие детали, закрывающие части изделия. Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной сечениями витков, считают условно закрытыми пружиной и показывают только до осевых линий сечений витков;

3) допускается помещать на поле сборочного чертежа изображения отдельных деталей, на которые не выпускают отдельных чертежей со всеми данными, необходимыми для изготовления этих деталей;

4) если сборочная единица образуется при наплавке на деталь металла, при заливке элементов детали металлом, сплавом, пластмассой, то на

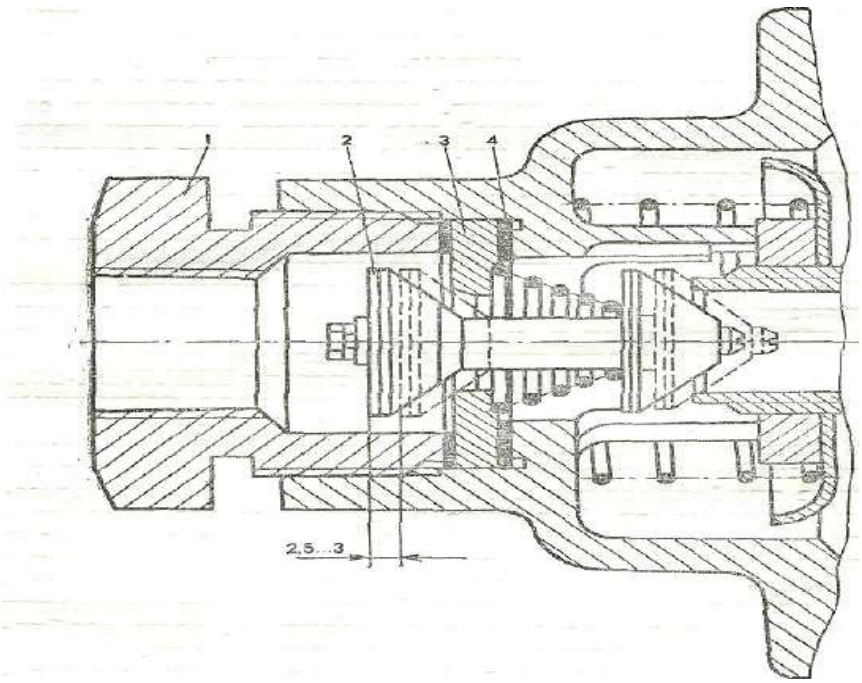
сборочном чертеже изделия проставляют все необходимые размеры, не выполняя чертеж на деталь. Наплавляемый материал записывают в спецификацию изделия в раздел «Материалы», причем эта спецификация может быть выполнена непосредственно на поле чертежа.

8.2. Номера позиций

Все составные части сборочной единицы нумеруются *в* соответствии с номерами позиции, указанных в спецификации этой сборочной единицы.

Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проводимых от точек на изображениях составных частей сборочной единицы на основных видах или заменяющих их разрезах.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют их в колонку или строчку, по возможности на одной линии (рис. 8.1). Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций (рис. 8.2). Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем размер шрифта размерных чисел на этом чертеже.



Условные обозначения: 1 - пробка; 2 – впускной клапан; 3 – седло впускного клапана; 4 – регулировочные прокладки;

Рисунок 8.1- Регулировка хода впускного клапана тормозного крана пневмосистемы трактора Т-150К.

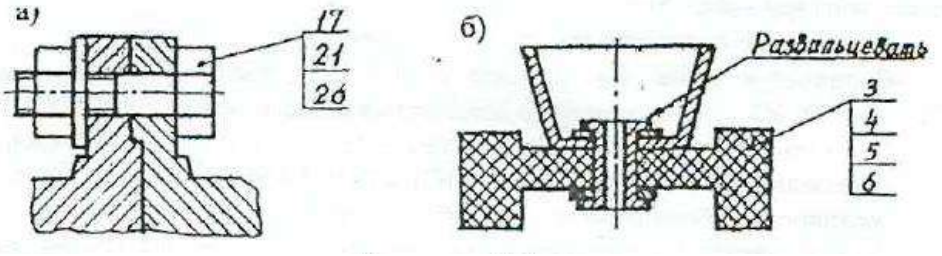


Рисунок 8.2.

8.3. Сварные соединения

Сварные соединения обозначаются согласно (ГОСТ 2.312 –72).

Условное изображение сварного шва сопровождают его условным обозначением, которое размещается для видимого шва – на полке линии-выноски, а для невидимого – под полкой линии-выноски. Линию-выноску заканчивают односторонней стрелкой.

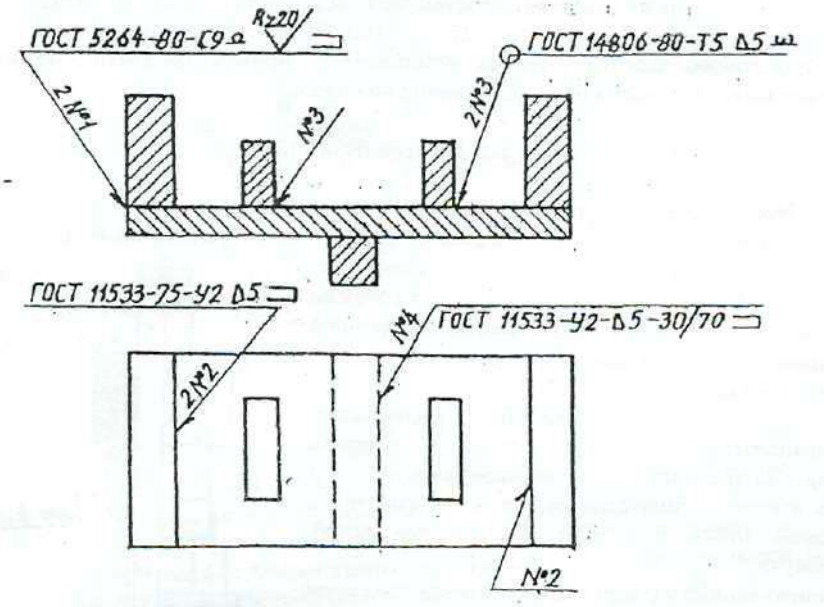


Рисунок 8.3 – Условное обозначение сварных соединений

Структура условного обозначения стандартного сварного шва такова:

где 1 - вспомогательные знаки шва (шов монтажный - знак 1; шов по замкнутому контуру - знак О);

2 - обозначение стандарта на данный сварной шов;

3 - обозначение шва но стандарту (С9 - стыковое соединение по ГОСТ 5264-80; У2 шов углового соединения без скоса кромок по ГОСТ

11533-75; Т5 — шов таврового соединения без скоса кромок по ГОСТ 14806-80; шов соединения внахлестку но ГОСТ 14806-80 и т.д.);

4 - условное обозначение способа сварки, например: ШЭ электрошлаковая сварка; Л - автоматическая сварка под флюсом; ИП - сварка в инертном газе плавящимся электродом; НГП - сварка нагретым газом с присадкой; Ф - дуговая сварка подфлюсом и т.д.;

Примечание: для швов выполненных дуговой электросваркой, буквенное обозначение вида сварки (Э) не проставляют;

5 - вспомогательный знак - треугольник и размер катета шва;

6 - размеры прерывистого или контактного шва.

Примеры обозначения сварных швов даны на рис. 8.3.

При наличии на чертеже нескольких одинаковых швов обозначение наносят только одного шва и этому шву присваивают порядковый номер с указанием количества этих швов у линии-выноски. Все остальные швы этого типа имеют на полке линии-выноски обозначение порядкового номера шва.

Шов № 1 - сварка ручная, электродуговая по ГОСТ 5264-80, шов стыковой (С9 - показывает способ подготовки шва под сварку), по незамкнутому контуру (знак), усилие шва снять механической обработкой (Q), после чего шероховатость шва должна соответствовать четвертому классу.

Условные обозначения сварных швов на чертеже:

Шов № 2 - угловой, по незамкнутому контуру, катетом 5 мм;

Шов № 3 тавровый катетом 5 мм, по замкнутому контуру с обработкой наплывов и неровностей;

Шов № 4 - угловой катетом 5 мм, прерывистый, шахматный (длина провариваемого участка 30 мм, шаг 70 мм), по незамкнутому контуру.

Если все швы на чертеже одинаковые, то делают общую запись в технических требованиях по типу:

1) Сварка электродуговая ручная по ГОСТ 5264-80;

2) Сварные швы типа У2-3 по ГОСТ 11533-75;

3) Сварные швы зачистить.

Металлоконструкции являются основной конструкторской частью различных транспортирующих устройств, часто разрабатываемых в курсовых и дипломных проектах (в транспортерах, элеваторах, шнеках и т.д.). Чертежи металлических (сварных или клепаных) конструкций должны быть выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 2.410-68 и других стандартов ЕСКД, например:

1) в проектных чертежах металлоконструкций допускается условное обозначение профиля материала, количество такого материала, размеры профиля и количество деталей можно указывать на изображении (рис. 8.4);

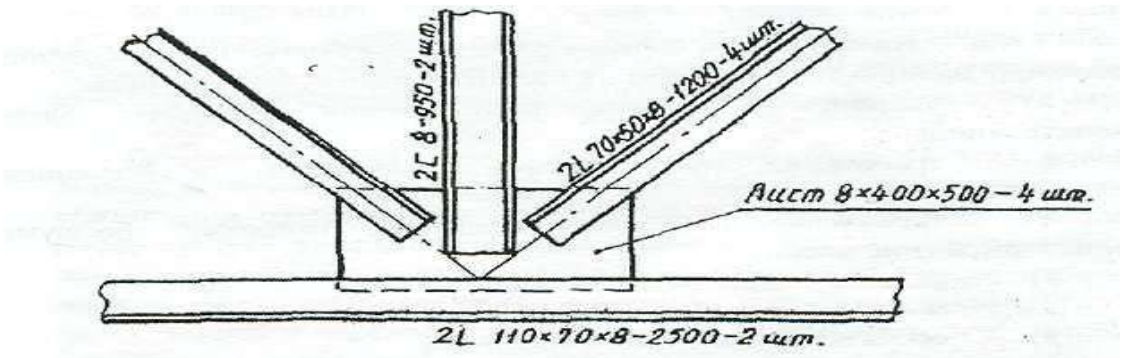


Рисунок 8.4.

2) на чертежах металлоконструкций допускается указывать данные о подготовке кромок непосредственно на изображении или в виде выносного элемента, если эти данные не приведены на чертежах деталей (рис. 8.5).

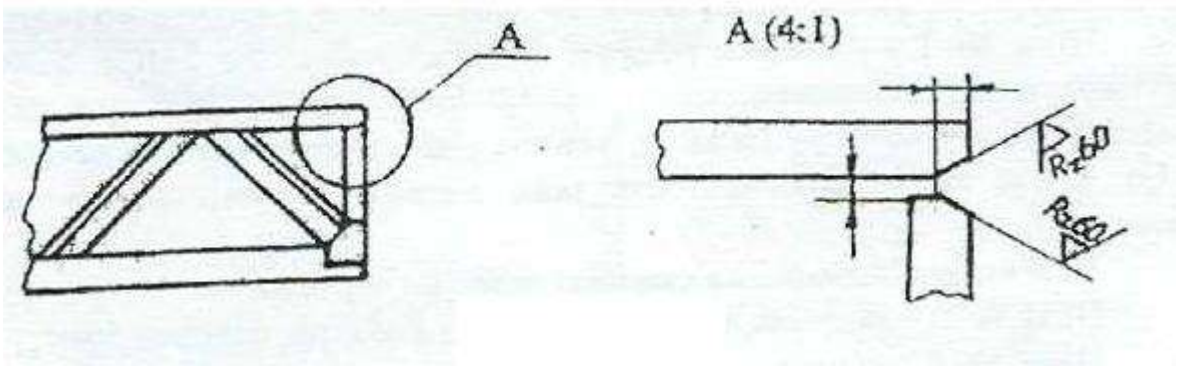


Рисунок 8.5.

8.4. Надписи на сборочных чертежах

В процессе сборки изделия выполняются некоторые технологические, так называемые, пригоночные операции. Их выполняют совместной обработкой соединяемых деталей или подгонкой одной детали к другой по месту ее установки.

В этих случаях на сборочных чертежах делают текстовые записи, подобные изображенным на рис. 8.6.

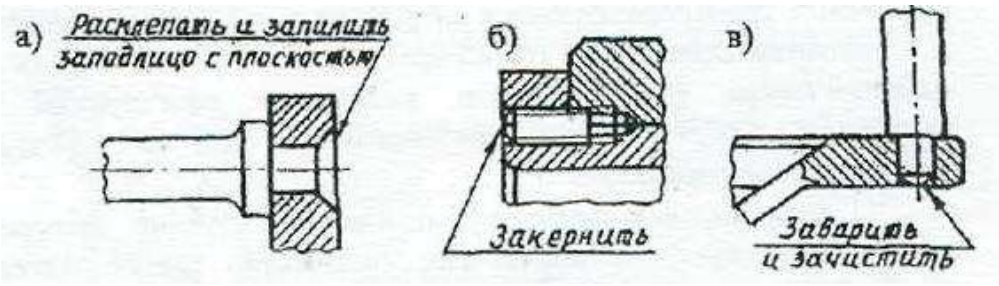


Рисунок 8.6.

На сборочном чертеже размешают технические требования (над основной надписью), группируя их примерно в следующем порядке:

а) указания о зазорах, расположении отдельных элементов конструкции;

б) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;

в) требования к качеству изделия, например: бесшумность, самоторможение и т.п.;

г) условия и методы испытания;

д) правила транспортирования и хранения;

е) особые условия эксплуатации.

Между техническими требованиями и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т.д. Заголовок «Технические требования» не пишут.

В случае, если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований, на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика». При этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

При выполнении чертежа на двух и более листах текстовую часть помещают только на первом листе независимо от того, на каких листах

находятся изображения, к которым относятся указания, приведенные в текстовой части.

Если на чертеже отыскание дополнительных изображений (сечений, дополнительных видов, выносных элементов) затруднено вследствие выполнения его на двух и более листах, то изображения отмечают с указанием номеров листов, на которых эти изображения помещены (рис. 8.7).

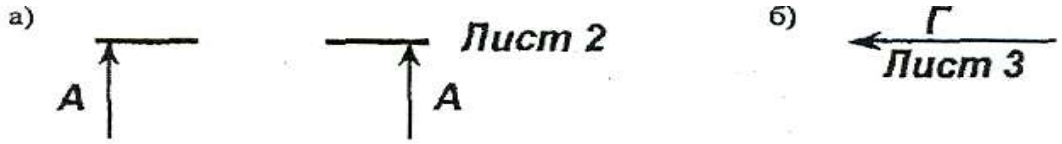


Рисунок 8.7.

В этих случаях над дополнительными изображениями у их обозначений указывают номер листа, на котором дополнительные изображения отмечены (рис. 8.8).

Рисунок 8.8.

Необходимые таблицы, в том числе и технические характеристики, оформленные в виде таблицы, размещают на свободном поле чертежа желательно справа от изображений или ниже их шириной не более 185 мм. При необходимости текст размещается в одну, две и более колонок. Вся текстовая часть на чертеже, оформленная в виде таблиц, оформляется сверху вниз.

На сборочном чертеже изделия допускается помещать изображение соседних изделий («обстановки»), наименование которых при необходимости помещают или на изображении «обстановки», или на полках линий-выносок, например: «Автомат давления (обозначение)» и т.п.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТРУРЫ

Основная литература

1. Галактионова Л.В. Учебно-методические основы подготовки выпускной квалификационной работы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов/ Галактионова Л.В., Русанов А.М., Васильченко А.В.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2020.— 98 с.— Режим доступа: http://www.IPR-Smarthop.ru/33662.— ЭБС «IPR-Smart», по паролю

2. Гордеев, А.С. Моделирование в агроинженерии [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2020. — 380 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45656

3. Гордеев, А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Гордеев, Д.Д. Огородников, И.В. Юдаев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2021. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42194 — ЭБС «Лань»

4. Дипломное проектирование [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы для студентов специальности 270102.65 направления 270000/ — Электрон. текстовые данные.— Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2020.— 34 с.— Режим доступа: http://www.IPR-Smarthop.ru/22571.— ЭБС «IPR-Smart», по паролю

5. Кленин Н.И., Киселев С.Н., Левшин А.Г. Сельскохозяйственные машины [Текст].- М.: КолосС , 2021.– 816с.

6. Максимов, И.И. Практикум по сельскохозяйственным машинам [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2020. — 407 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php? ЭБС Лань

7. Уханов В.С. Организация преддипломной практики [Электронный ресурс]: методические указания/ Уханов В.С., Солдаткина О.В.— Электрон.

текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2022.— 30 с.— Режим доступа: http://www.IPR-Smarthop.ru/21627.— ЭБС «IPR-Smart», по паролю

Дополнительная литература

1. Абдразаков, Ф. К. Курсовое и дипломное проектирование по организации технического сервиса [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Ф. К. Абдразаков, Л. М. Игнатьев, М. В. Ерюшев ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2009. - 120 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=432082 – ЭБС «Znanium.com»

2. Аванесов Ю.Б. и др. Свеклоуборочные машины. - М.: Машиностроение, 1973 –576с.

3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Книга 1 и книга 2. – М.: Колос,1979, -351с.

4. Боцанов И.Н. Машины для агрохимических работ. Справочник. –М.: Росагропромиздат, 1991. –320с.

5. Вайнруб В.И., Мишин П.В., Хузин В.Х. Технология производственных процессов и операций в растениеводстве.- Чебоксары: Изд. «Чувашия», 1999.- 456 с.

6. Волков Ю.И. и др. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Том первый и том второй. –М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1960, -655с.

7. Глуховский В.С. и др. Операционная технология производства сахарной свеклы. –М.: Россельхозиздат, 1984. –286с.

8. Грищенко Ф.В., Угланов М.Б. Новые картофелеуборочные машины. –М.: Колос, 1972. –102с.

9. Гузенков П.Г. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1982. –351 с.

10. Диденко Н.Ф. и др. Машины для уборки овощей. –М.: Машиностроение, 1984.-320с.

11. Карпухина, С.И. Информационные исследования при курсовом и дипломном проектировании : метод. указания / С.И. Карпухина .— М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011 Режим доступа: http://rucont.ru/efd/287666 - ЭБС

12. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные машины. –М.: Колос, 1994. –751с.

13. Колчин Н.Н. Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей. –М.: Машиностроение, 1982. –268с.

14. Колчин Н.Н., Трусов В.П. Машины для сортирования и послеуборочной обработки картофеля. –М.: Машиностроение, 1966. –247с.

15. Кривогов Н.И. и др. Машины для возделывания и уборки сахарной свеклы. –М.: Россельхозиздат. 1984. –270с.

16. Кулагин М.С. и др. Механизация послеуборочной обработки и хранения зерна. –М.: Колос, 1979. –256с.

17. Куликов, В.П. Дипломное проектирование. Правила написания и оформления[Электронный ресурс] : учебное пособие – М.: Форум, 2008 . – 160с. – Режим доступа: http://ebs.rgazu.ru/?q=node/375 - ЭБС «AgriLib»

18. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. –М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы,1955. –764с.

19. Морозов. Зерноуборочные комбайны. Альбом. –М.: Агропромиздат, 1991. –208с.

20. Олевский В.А. Конструкция и расчеты грохотов. –М.: Металлургиздат, 1955. –124с.

21. Основы дипломного проектирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н.А. Платонова, М.В. Виноградова. — Электрон. дан. — М. : Дашков и К, 2013. — 271 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50229

22. Особов В.И., Васильев Г.К. Сеноуборочные машины и комплексы. –М.: Машиностроение, 1983. –304с.

23. Павловский И.В. Основы проектирования машин для внесения удобрений в почву. –М.: Машиностроение, 1965 –120с.

24. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. –М.: Колос, 1984. –320с.

25. Птицын С.Д. Зерносушилки. –М.: Машиностроение, 1966. –209с.

26. Рыжук, А.М. Машины для химической защиты растений [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Уссурийск : Приморская ГСХА (Приморская государственная сельскохозяйственная академия), 2013. — 106 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69598 ЭБС Лань

27. Рябоконь С.М. Новые машины для внесения удобрений. –М.: Высшая школа, 1984. –88с.

28. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Под редакцией Листопада Г.Е. –М.: Агропромиздат, 1986. –688с.

29. Синеоков Г.Н., Панов Н.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. –М.: Машиностроение, 1977. –328с.

30. Сипайлова Н.Ю. Вопросы проектирования электрических аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сипайлова Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 168 с.— Режим доступа: http://www.IPR-Smarthop.ru/34657.— ЭБС «IPR-Smart», по паролю

31. Скороходов Е.А. и др. Общетехнический справочник. –М.: Издательство Машиностроение, 1990. –496с.

32. Соколов А.Я. Технологическое оборудование предприятий по оснащению и переработке зерна. –М.: Колос,1984. –445с.

33. Справочник механизатора. Под редакцией Карпенко А.Н. –М.: Агропромиздат, 1986 –320с.

34. Тарасенко А. П. Роторные зерноуборочные комбайны [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 197 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10256 ЭБС Лань

35. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. Под редакцией Е.С.Босого - 2-е изд., –М.: Машиностроение, 1977. –568с.

36. Терсков Г.Д. Расчет зерноуборочных машин. –М.: Машиностроение, 1961. 214с.

37. Угланов М.Б. Справочник механизатора – картофелевода. –М.: Агропромиздат 1986. –189с.

38. Удовня В.А. и др. Механизация приготовления и использования органических удобрений. Минск.: Ураджай, 1982. -200с.

39. Фере Н.Э. Пособие по эксплуатации машино-тракторного парка. –М.: Колос, 1978.

40. Фролов В.А. и др. Интенсивная технология производства подсолнечника. –М.: Россельхозиздат, 1992. –224с.

41. Хвостов В.А. и др. Справочник конструктора машин для уборки и послеуборочной обработки овощей и корнеплодов. –М.: СЗНИИМЭСХ, 1998. – 200с.

42. Хвостов В.А., Ларюшин Н.П. Проектирование овощеуборочных машин. – Пенза, 1994. –168с.

43. Целиновский В.М., Птушкина Г.Е. технологическое оборудование зерноперерабатывающих предприятий. –М.: Колос, 1976. –367с.

44. Широков Е.П. Технология хранения и переработки плодов и овощей. –М.: Колос, 1978. –311с.

45. Щербаков В.Г. Технология получения Растительных масел. –М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. –253с.

46. Эксплуатация сельскохозяйственной техники. Практикум: Учебное пособие / А.В.Новиков, И.Н.Шило и др.; Под ред. А.В.Новикова - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=435629 – ЭБС «Znanium.com»

47. Энциклопедия T1V-6. Сельскохозяйственные машины и оборудование. – М.: машиностроение, 1998. –719с.

48. Юндин, М.А. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Юндин, Королев А. М. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1810 — ЭБС «Лань»

Рекомендуемые периодические издания

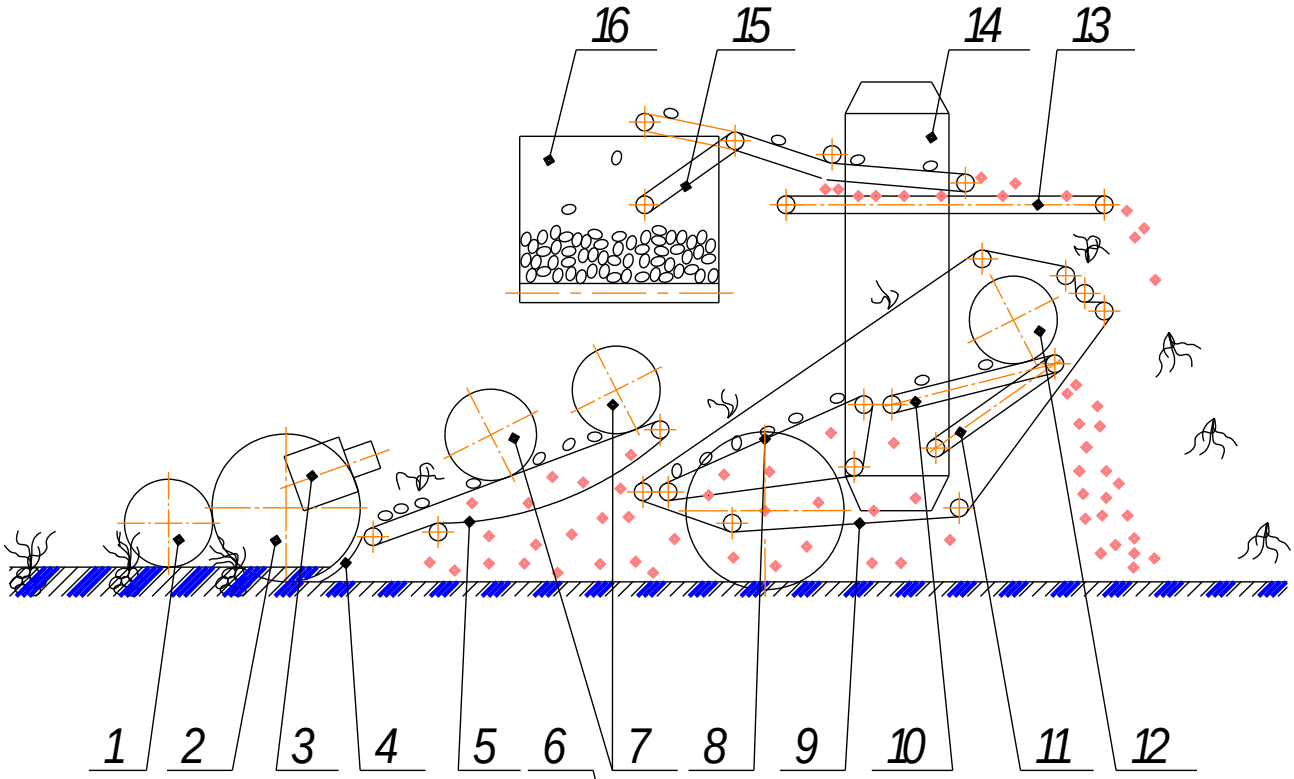
- «Достижения науки и техники в АПК»,

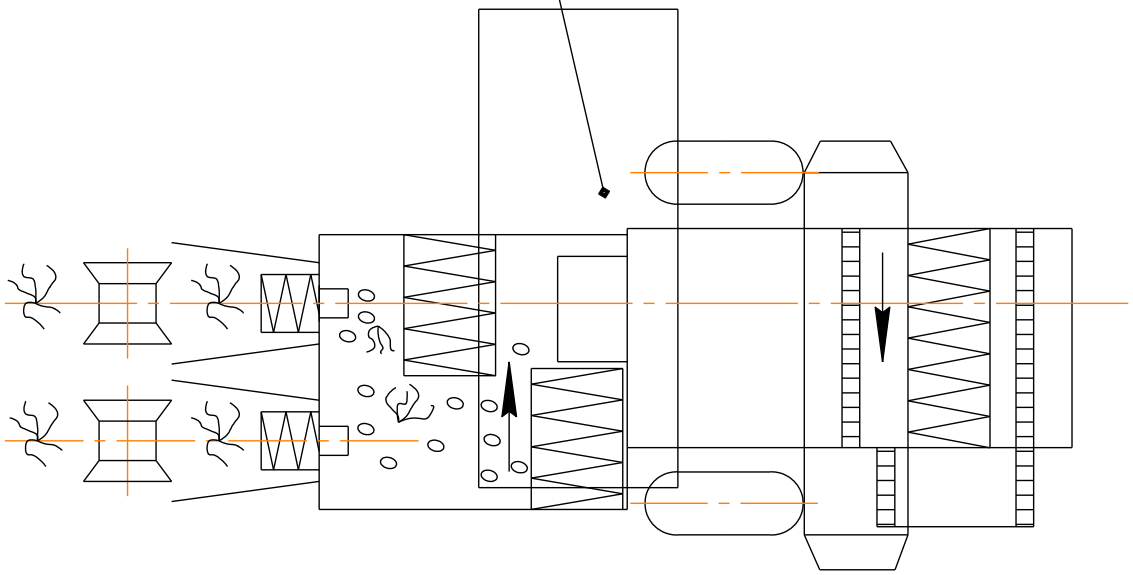
- «Механизация и электрификация сельского хозяйства»,
- «Сельский механизатор»,
- «Техника и оборудование для села»,
- «Техника в сельском хозяйстве»,
- «Новое сельское хозяйство»,
- Вестник РАСХН,
- Вестник РГАТУ.

Рекомендуемый перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

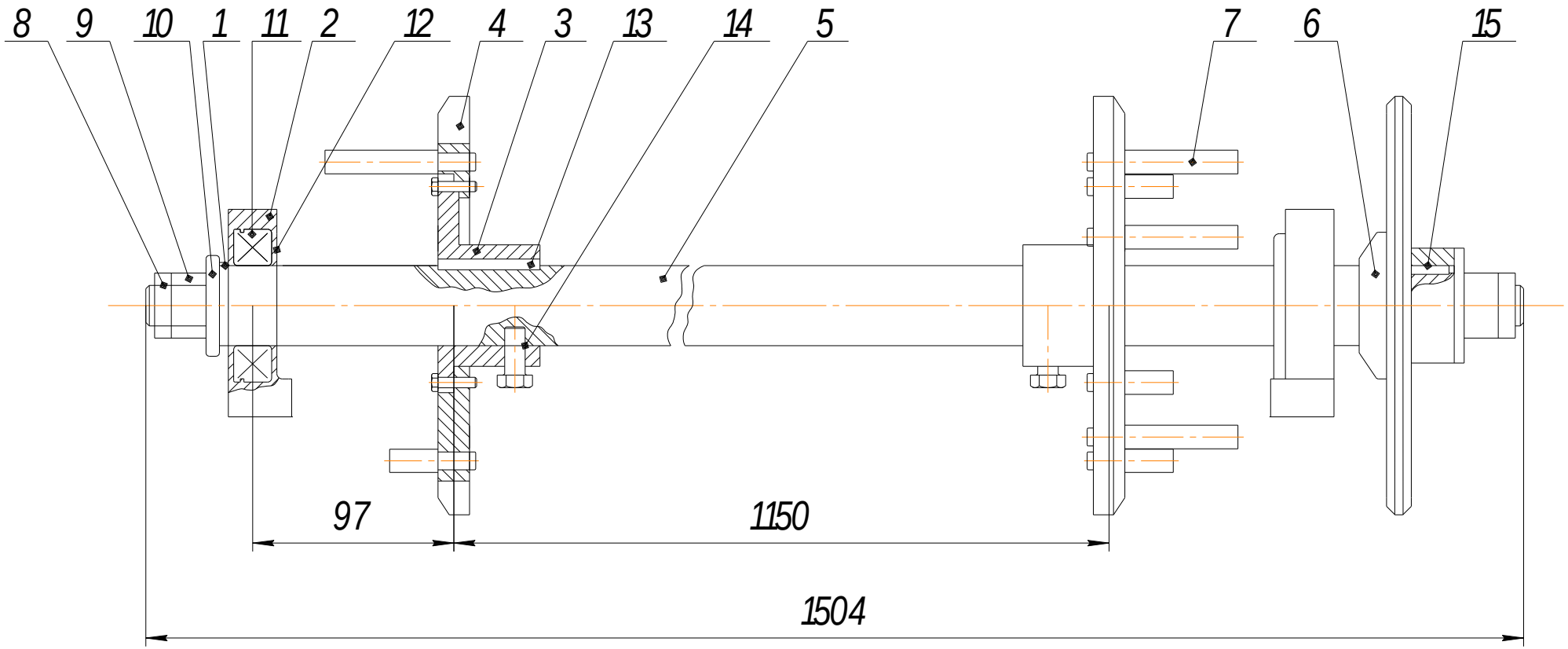
- ЭБ «Академия». - Режим доступа: http://www.academia-moscow.ru/
- ЭБС «Юрайт». Режим доступа:http://www.biblio-online.ru
- ЭБС «IPR-Smart». Режим доступа: http://www.IPR-Smarthop.ru/16402
- ЭБС «Лань». – Режим доступа: . http://e.lanbook.com/
-

ПРИЛОЖЕНИЯ



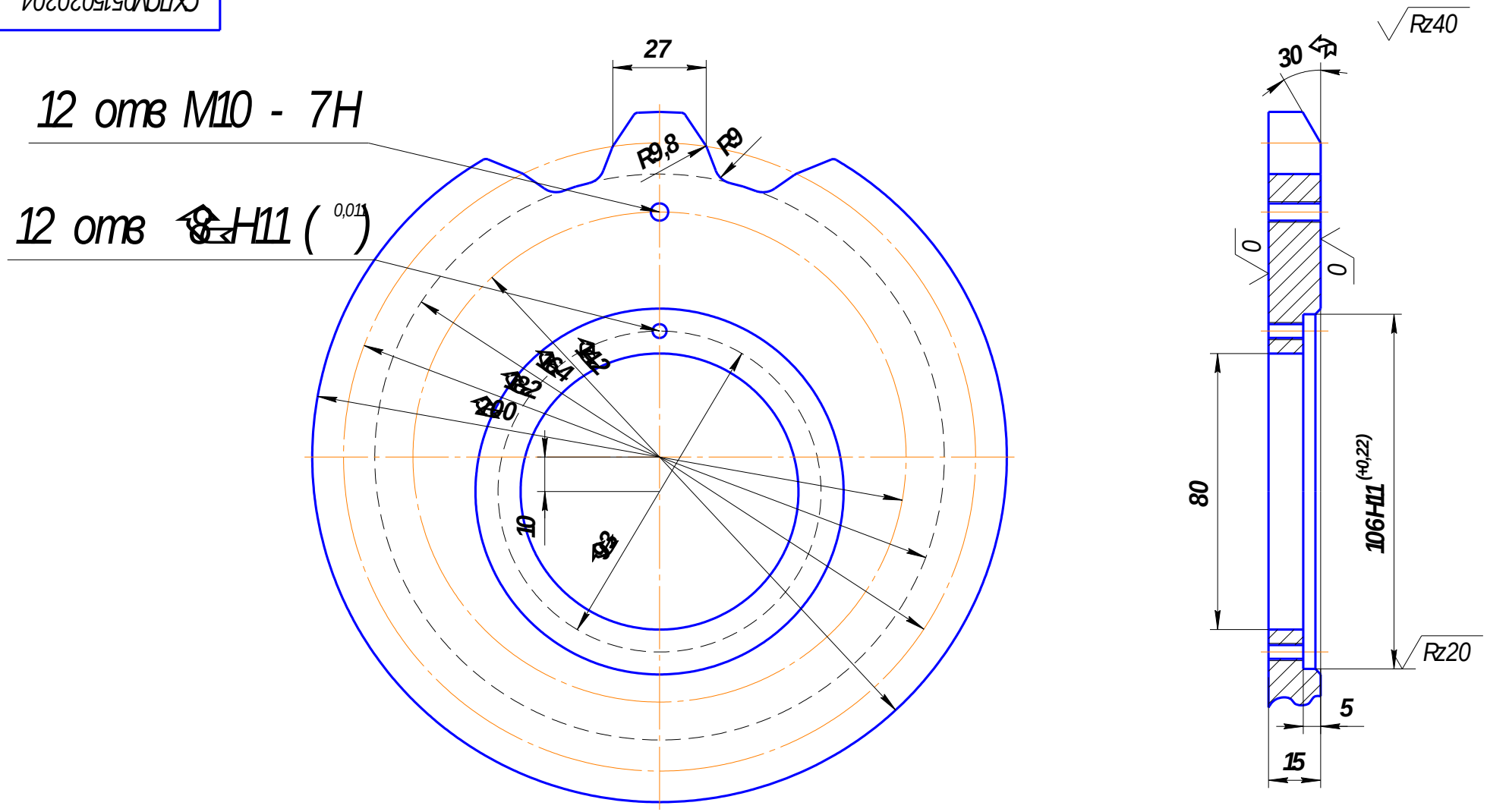


					МД13.03.00.00.000.ВО	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Конструктивно - технологическая схема комбайна КПК-2-01	Лит. / Масса / Масшт.: У
Разраб.						лист / листов
Пров.						
Принял						ФГБОУ ВПО РГАТУ



					МД 13.03.00.00.000. СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Вал элеватора	Лит	Масса	Масшт.
Разраб.						У	48,8	1:1
Пров.						лист	листов	
Принял						ФГБОУ ВПО РГАТУ		

СХДСМ0515020204



					МД 13.03.15.03.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Звездочка элеватора	Лит	Масса	Масшт
Разраб.						У	2,96	1:1
Пров.						лист	листов	
Принял					Лист Б-ПН-0-15 ГОСТ 19904-74 / 4-40 ГОСТ 16523-70	ФГБОУ ВПО РГАТУ		

Бачурин Алексей Николаевич, Бышов Дмитрий Николаевич,
Крыгин Станислав Евгеньевич, Морозов Александр Сергеевич,
Олейник Дмитрий Олегович,
Рембалович Георгий Константинович, Ульянов Вячеслав Михайлович,
Фатьянов Сергей Олегович, Федоскина Ирина Вадимовна,

Выпускная квалификационная работа магистра
инженерного факультета

Методические указания
по выполнению и защите выпускных квалификационных работ магистров (магистерских диссертаций) для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.04.06 АГРОИНЖЕНЕРИЯ

Подписано в печать 23.03.2023. Формат 60x84. Пробел 1/16.
Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. ____. Тираж _____ экз. Заказ №_____

Отпечатано в издательстве учебной литературы и
учебно-методических пособий федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1