

На правах рукописи



ЖБАНОВ НИКИТА СЕРГЕЕВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕПАРИРУЮЩЕГО ЭЛЕВАТОРА
КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН**

Специальность: 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» (по техническим наукам)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань - 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент

Костенко Михаил Юрьевич

Официальные оппоненты: **Старовойтов Виктор Иванович**, доктор технических наук, профессор, ФГБНУ

«Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», главный научный сотрудник, заведующий отделом технологии и инновационных проектов

Максимов Лев Леонидович, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», доцент кафедры тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины

Ведущая организация:

федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Защита диссертации состоится «19» апреля 2022 года в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.057.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» по адресу 390044, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1, зал заседаний диссертационного совета

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО РГАТУ, на сайте: www.rgatu.ru, с авторефератом – на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации <https://vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан « » _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук, доцент



Юхин И.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Картофелеводство в настоящее время является одной из наиболее значимых отраслей сельского хозяйства. Возделывание картофеля связано со значительными энерго- и трудозатратами. На завершающий этап - уборку клубней приходится 60-70% всех трудозатрат на производство картофеля.

Наиболее перспективными сепарирующими органами картофелеуборочных машин являются прутковые элеваторы. В результате проведенного анализа работы прутковых элеваторов было установлено, что при повышенной влажности почвы эффективность отделения почвенных примесей является недостаточной. Для повышения сепарации почвы необходимо внедрение усовершенствованных рабочих органов картофелеуборочных машин на основе использования композитных материалов с наиболее полной реализацией их функциональных возможностей.

Степень разработанности темы исследования. Теоретические основы картофелеуборочной техники были разработаны С.Н. Борычевым, Н.В. Бышовым, П.И. Гаджиевым, А.Ю. Измайловым, Р.Р. Камалетдиновым, Н.Н. Колчиным, М.Ю. Костенко, Л.Л. Максимовым, Г.Д. Петровым, А.Г. Пономаревым, К.А. Пшеченковым, Г.К. Рембаловичем, А.В. Сибирёвым, А.А. Сорокиным, В.И. Старовойтовым, М.Б. Углановым, И.А. Успенским. В настоящее время в конструкции сепарирующих элеваторов используются металлические прутки с резиновыми оболочками для снижения повреждений клубней, что способствует залипанию элементов рабочих органов первичной сепарации машин для уборки картофеля при работе на суглинистых почвах повышенной влажности. Таким образом, повышение эффективности картофелеуборочных машин возможно на основе совершенствования конструкции сепарирующего органа и применения композитных материалов в его конструкции.

Работа выполнена в соответствии с планом НИР ФБГОУ ВО РГАТУ на 2016...2020 гг. по теме 3 «Совершенствование технологий, средств механизации, электрификации и технического сервиса в сельскохозяйственном производстве», подраздел 3.2.1 «Совершенствование технологий, разработка и повышение надежности технических средств уборки, транспортирования и хранения картофеля в условиях сельскохозяйственных предприятий Рязанской области» (№ гос.рег. АААА-А16-116060910025-5).

Цель исследования – совершенствование интенсивного воздействия на клубненосный пласт применением модернизированного сепарирующего элеватора картофелеуборочных машинах.

Задачи исследования:

- провести анализ эффективности функционирования картофелеуборочных машин и выбрать направление совершенствования;
- теоретически исследовать взаимодействие пруткового элеватора с компонентами клубненосного пласта и обосновать параметры композитных прутков элеватора картофелеуборочной машины;
- экспериментально исследовать изгиб композитных прутков элеватора картофелеуборочной машины;
- экспериментально исследовать влияние прутков из композитного материала на сепарирующую способность картофелеуборочной машины;
- оценить экономический эффект модернизированного элеватора на картофелеуборочной машине.

Объект исследования – прутковый элеватор картофелеуборочных машины из композитных материалов.

Предметом исследования – закономерности влияния упругих и прочностных свойств композитных прутков на работу сепарирующего элеватора картофелеуборочных машин.

Научную новизну составляют:

- аналитические зависимости взаимодействия прутков из композитного материала с компонентами клубненосного пласта;
- аналитические зависимости прогиба композитных прутков от веса компонентов клубненосного пласта сепарирующих элеваторов картофелеуборочных машин.

Теоретическая значимость заключается в теоретическом и экспериментальном обосновании параметров композитных прутковых элеваторов картофелеуборочных машин.

Практическую значимость работы составляет конструкция рабочего органа картофелеуборочной машины с использованием композитных материалов, величины параметров прутков сепарирующего элеватора картофелеуборочной машины из композитного материала.

Методы исследования. Теоретические исследования выполнялись с использованием положений теоретической механики, сопротивления материалов и математики. Анализ полученных результатов проводился с использованием прикладных программ Mathcad 15, Microsoft Excel. Для проведения экспериментальных исследований использовались стандартные, и разработанные на их основе частные методики. При экспериментальных исследованиях использовалась поверенное и сертифицированное оборудование. Обработку результатов производили с помощью прикладных программ Statistica 10. Лабораторно-полевые исследования проводили согласно ГОСТ 28713-2018, ГОСТ Р 52777-2007, ГОСТ Р 52778-2007, ГОСТ Р 53056-2008.

Положения, выносимые на защиту:

- теоретические зависимости интенсивности взаимодействия прутков из композитного материала с компонентами клубненосного пласта;
- теоретически обоснованные параметры композитных прутков сепарирующих элеваторов картофелеуборочных машин;
- экспериментальные зависимости свойств композитных прутков и показатели функционирования модернизированного сепарирующего элеватора на картофелеуборочной машине в полевых условиях;
- оценка экономического эффекта применения сепарирующего элеватора с композитными прутками картофелеуборочной машины.

Реализация результатов исследования. Изготовленные опытные образцы сепарирующих элеваторов с композитными прутками, установленные на картофелекопатель КТН-2В прошли хозяйственные испытания в ООО «Авангард», Рязанский район Рязанской области в 2020 г.

Степень достоверности результатов исследований. Экспериментальные исследования проводились в соответствии с современными методиками на сертифицированных приборах и установках. Выводы, полученные в результате исследований показали сходимость теоретических и экспериментальных результатов 95,3%. Результаты исследований, опубликованные в независимых источниках согласуются с данными полученными другими учеными, и прошли апробацию в печати, на всероссийских и международных научно-практических конференциях.

Вклад автора состоит в формулировании цели и задач исследований, разработке методик и проведении теоретических и экспериментальных исследований, обосновании параметров усовершенствованного элеватора с прутками из композитного материала картофелекопателя КТН-2В.

Апробация результатов. Результаты диссертационного исследования обсуждены на международных и национальных научно-практических конференциях ФГБОУ ВО РГАТУ (2017г, 2018г) и на международных научно-практических конференциях ФГБОУ ВО РГАТУ (2018г, 2019г, 2020г). Дипломант финала Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (2019г), обладатель гранта конкурса «УМНИК» (2019г).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в печати в 9 научных работах, из них 4 статьи в изданиях, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ и 1 публикации в журнале, индексируемом в базе Web of Science. Объем публикаций составляет 4,31 усл. п. л., в т. ч. авторская доля – 1,73 усл. п. л.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения (общих выводов), списка литературы из 136 наименований, изложена на 140 страницах с приложениями, включает 57 рисунков и 8 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

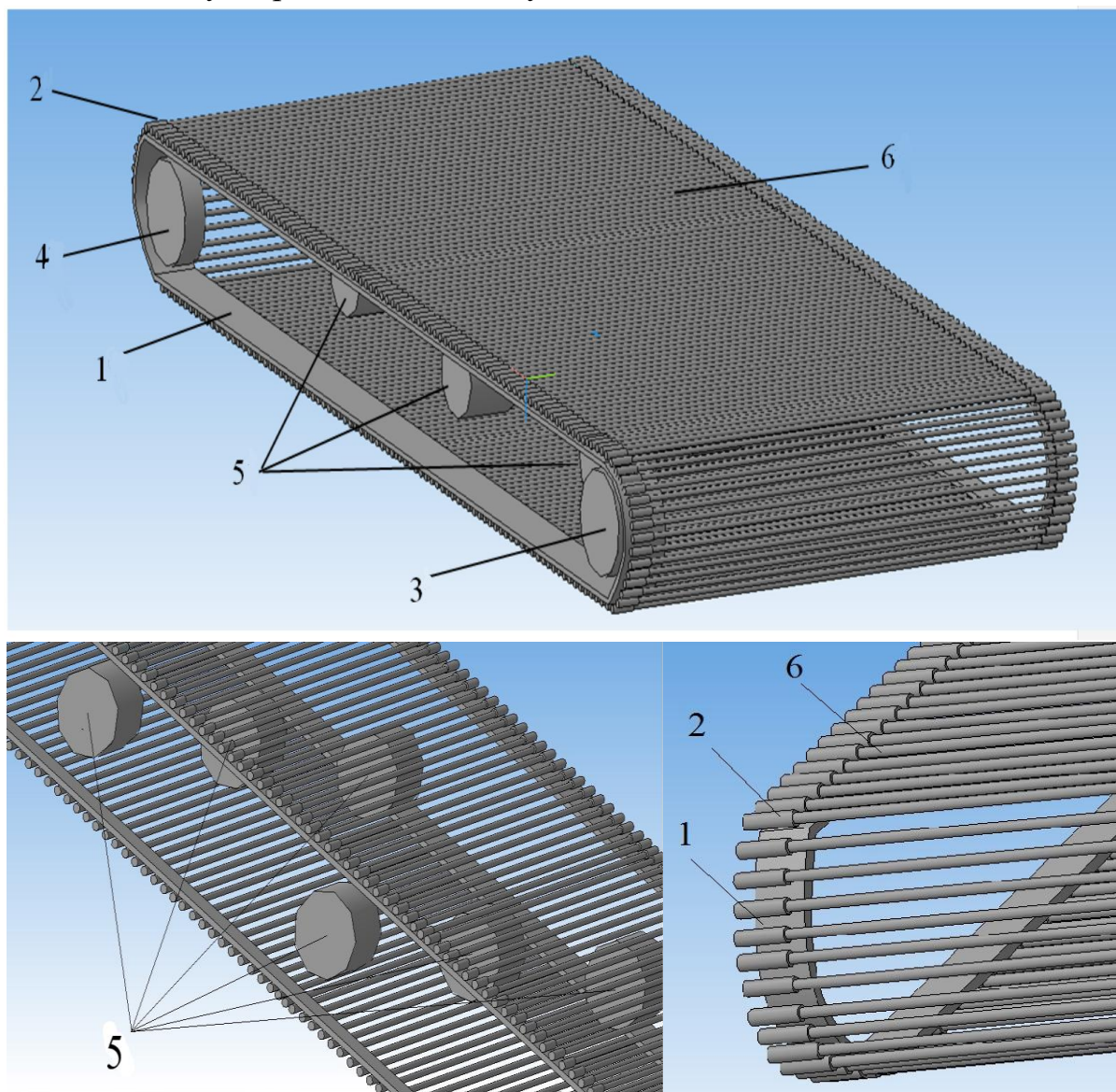
Во введении–представлены основные положения, выносимые на защиту, обоснована актуальность, сформулирована цель, отмечены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследований» рассмотрены технологии машинной уборки картофеля, также был проведен анализ существующих рабочих органов картофелеуборочных и применяемых в них материалов. Проведенный анализ научных исследований в области разработки и обоснования параметров существующих сепарирующих рабочих органов, позволил установить, что, не смотря, на несомненные преимущества которые предоставляет механизированная уборка картофеля, в работе картофелеуборочной техники имеется ряд недостатков. К основным из них, относятся значительные повреждения клубней, низкая сепарирующая способность картофелеуборочных машин на влажной почве, а также значительная масса рабочих органов, которая в свою очередь отражается на энергозатратах.

Во второй главе «Теоретические исследования и обоснование параметров прутковых элеваторов из композитных материалов на картофелеуборочных машинах» разработано прутковое полотно основного элеватора картофелеуборочной машины. Предлагаемая конструкция сепарирующего элеватора картофелеуборочной машины включает в себя раму с установленным на нем прутковым полотном, с закрепленными под верхней ветвью ведущими и ведомыми роликами, расположенными с несовпадением фаз их подъема и опускания. Прутки, представленные в данной конструкции, выполнены из композитного материала, а вращающиеся ролики - обрешиненные.

Рассмотрим принцип действия сепарирующего элеватора (рисунок 1) с прутками из композитного материала. Клубненосный пласт поступает на прутковое полотно с гибкими композитными прутками. По мере продвижения клубненосного вороха по прутковому элеватору происходит подъем гибких композитных прутков элеватора на поддерживающих роликах, за счет чего происходит изгиб прутков под действием силы тяжести клубненосного пласта, что повышает интенсивность сепарации. При дальнейшем движении изменяется конфигурация поверхности пруткового полотна, что способствует возникновению постоянно меняющейся волнообразной поверхности, способствующей перегибам и разрывам клубненосного пласта и

возникновению ускорений, воздействующих на него.



1 – гибкие тяговые элементы, 2 – замки, 3 – передний вал, 4 – приводной вал, 5 – поддерживающие ролики интенсификаторы, 6 – композитные прутки

Рисунок 1 – Схема сепарирующего элеватора с прутками из композиционного материала

Использование в конструкции рабочего органа композитных прутков позволило снизить ударные нагрузки, связанные с падением клубненосного пласта и уменьшить повреждения клубней. При огибании полотна элеватора роликов на компонентклубненосного пласта будет действовать сила тяжести, центробежная сила, так как полотно элеватора движется с постоянной скоростью. Координаты точки огибания будут зависеть от скорости элеватора, диаметра ролика, массы клубненосного пласта и параметров полотна. Точка схода полотна с ролика была определена экспериментально. Так как прутковый элеватор движется с постоянной скоростью значение радиуса ролика r и угла

φ , при которых происходит отрыв компонента вороха от полотна элеватора рассчитывается из выражений (1,2):

$$r = \frac{V^2 \cos \varphi}{g \cos \alpha} \quad (1)$$

где r – радиус ролика, м;

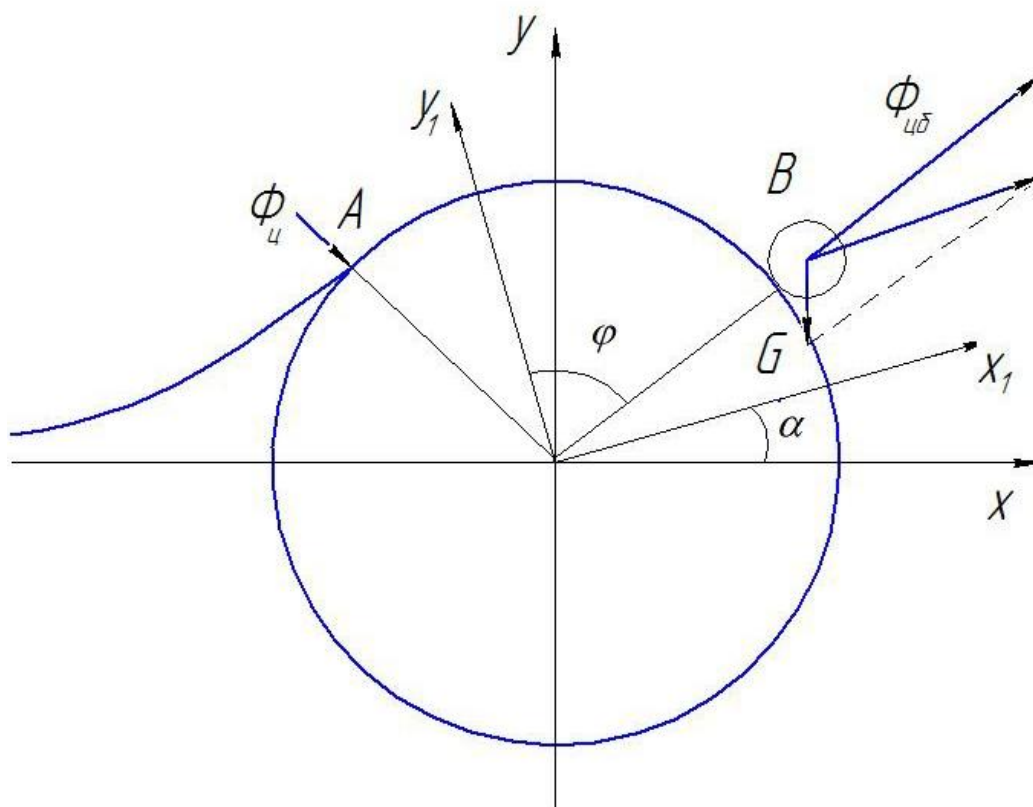
V – скорость полотна элеватора, м/с;

α – угол наклона полотна элеватора к горизонту;

φ – угол отрыва компонента от ролика;

g – ускорение свободного падения, м/с².

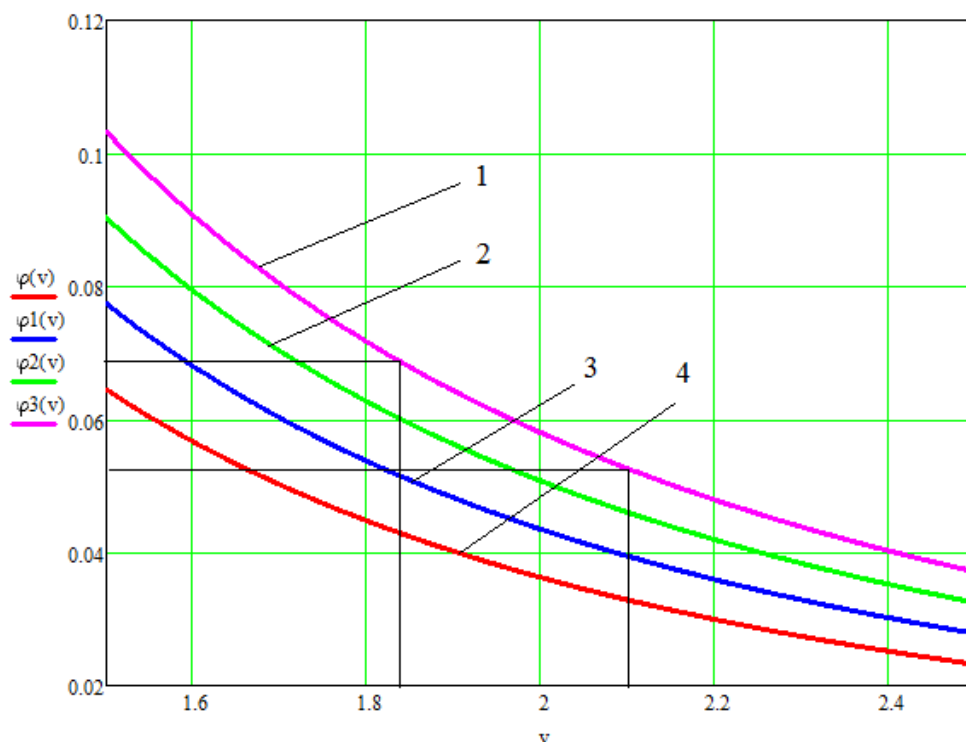
$$\varphi = \arcsin\left(\frac{r \cdot g \cdot \sin \alpha}{V^2}\right) \quad (2)$$



$\Phi_{цб}$ – центробежная сила, Н; G – сила тяжести компонентов клубненосного пласта, Н.

Рисунок 2 – Расчетная схема к определению точки схода картофельного компонента с ролика

На основании полученных уравнений построен график зависимости угла отрыва компонента клубненосного пласта от скорости полотна.



1 – радиус ролика $r=0,08$ м; 2– радиус ролика $r=0,07$ м; 3-радиус ролика $r=0,06$ м; 4- радиус ролика $r=0,05$ м

Рисунок 3 – Зависимость угла отрыва компонента клубненосного пласта от скорости движения полотна элеватора

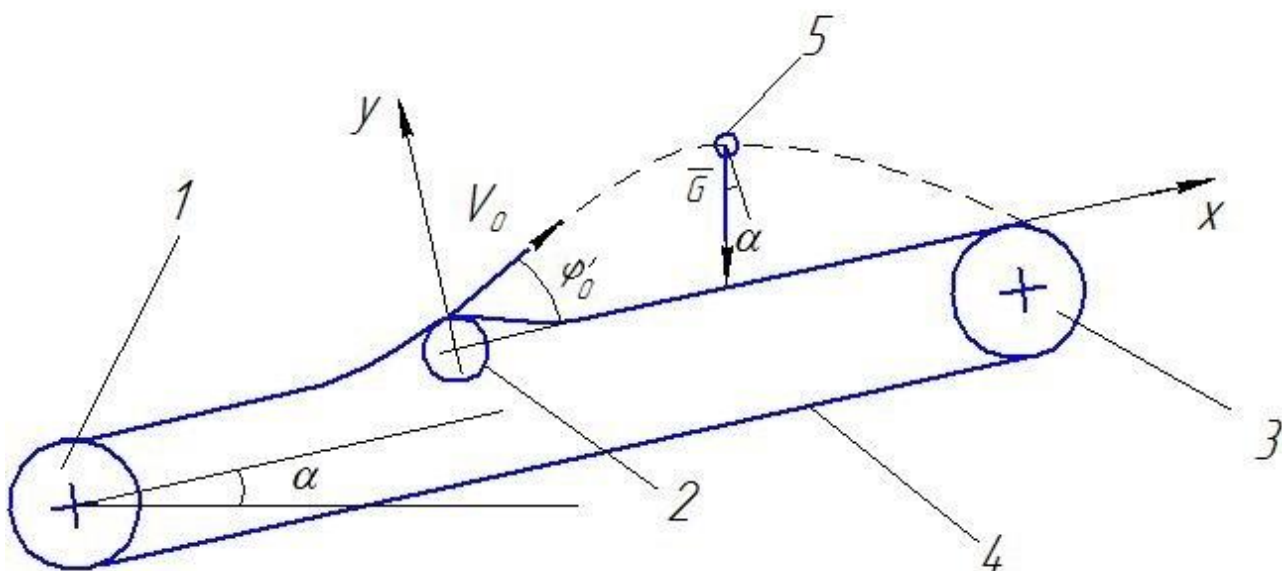
Анализ графика показал, что при скоростях, применяемых на прутковых элеваторах 1,8...2,1 м/с, угол отрыва компонента картофельного вороха с ролика φ составляет от 2,8°...4° от положения оси y_1 . В неподвижной системе координат xOy величина угла отрыва φ' будет равна: $\varphi' = \alpha + \varphi$, $\varphi' = 22^\circ \dots 24^\circ$.

Рассмотрим траектории движения компонентов клубненосного пласта после подбрасывания на роликах. Их скорость принимаем равной скорости пруткового элеватора V_0 . Угол наклона вектора скорости \vec{V}_0 к горизонту φ'_0 так как скорость компонентов вороха незначительна, сопротивлением воздуха пренебрегаем. Определим траекторию движения компонентов, составив дифференциальное уравнение движения компонента в осях, совпадающих с положением пруткового элеватора.

Траектория движения компонентов картофельного вороха после подбрасывания на роликах будет характеризоваться системой:

$$\begin{cases} x = x_0 + V_0 t \cos(\varphi') - gt^2 \sin \alpha \\ y = y_0 + V_0 t \sin(\varphi') - gt^2 \cos \alpha \end{cases} \quad (3)$$

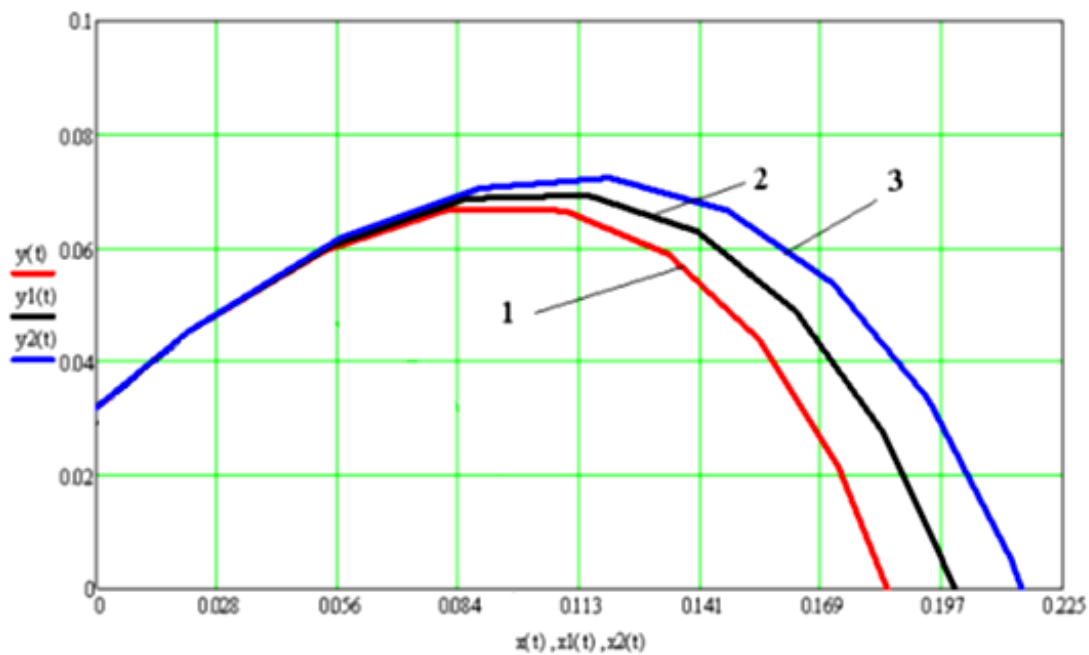
где V_0 – начальная скорость компонентов клубненосного пласта, м/с.



1 – ведущий ролик; 2 – поддерживающий ролик; 3 – ведомый ролик; 4 – прутковое полотно; 5 – компонент клубненосного пласта

Рисунок 4 – Расчетная схема к определению траектории компонента клубненосного пласта

Построим траекторию компонента в программе MathCad (рисунок 5).



1 – траектория при скорости элеватора 1,9 м/с; 2 – траектория при скорости элеватора 2,0 м/с; 3 – траектория при скорости элеватора 2,1 м/с

Рисунок 5– Траектория полета компонента клубненосного пласта после подскока на ролике

Максимальная дальность полета компонента клубненосного пласта находим из выражения:

$$l_{\max} = V_x t = \frac{V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} + \frac{P}{g(G-P)} U_0 V_0 \sin \alpha \quad (4)$$

где V_x – скорость компонента клубненосного пласта, полученная в момент отделения, м/с;

P – сила тяжести отделившейся части компонента клубненосного пласта, Н.

Полученное выражение позволяет определить максимальную дальность полета компонента клубненосного пласта в зависимости от угла падения и от скорости компонента при помощи программы Mathcad 14 построим графики данных зависимостей (рисунки 6,7).

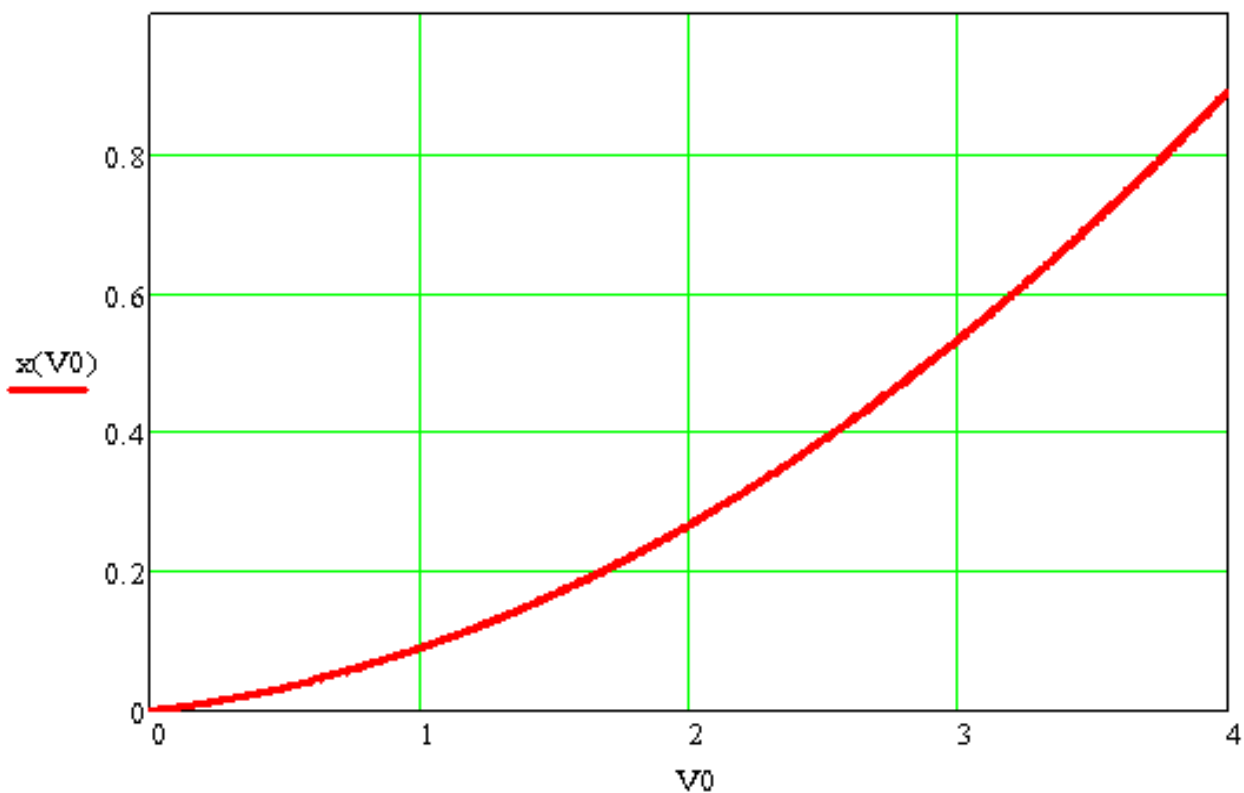


Рисунок 6 – График зависимости расстояния отскока компонента клубненосного пласта после столкновения с прутками элеватора от скорости отскока

Угол отскока компонента клубненосного пласта от элеватора напрямую влияет на скорость движения компонента клубненосного пласта. Упругая система прутка элеватора, выведенная из равновесия ударом компонента клубненосного пласта, придет в колебательное движение. При колебаниях помимо статических деформаций прибавляются динамические, зависящие от величины усилия удара.

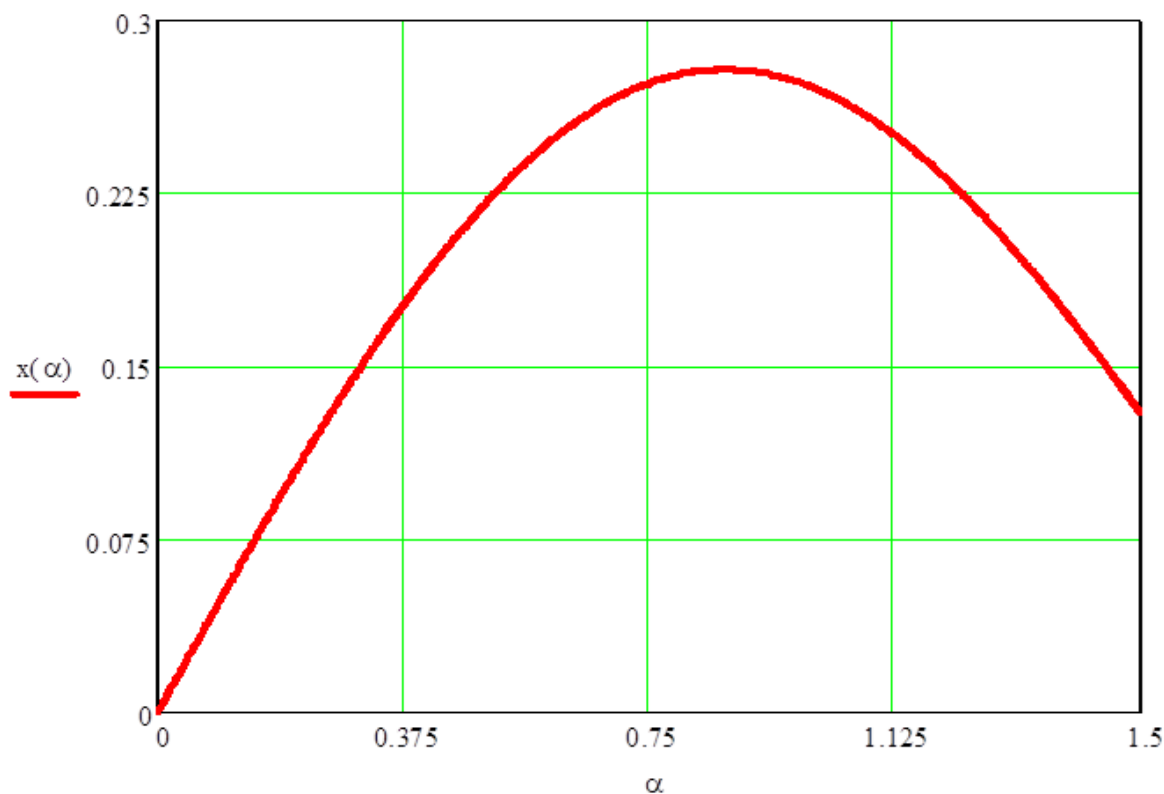


Рисунок 7 – График зависимости расстояния отскока компонента клубненосного пласта после столкновения с прутками элеватора от угла отскока

При воздействии компонента клубненосного пласта прутки сепарирующего элеватора прогибаются на некоторую величину:

$$\delta_d = \frac{Q \cdot l^3}{48EJ} - \sqrt{\left[\frac{Ql^3}{48EJ} \right]^2 + 2H \frac{Ql^3}{48EJ}} \quad (5)$$

где Q – сила тяжести компонента клубненосного пласта, Н;

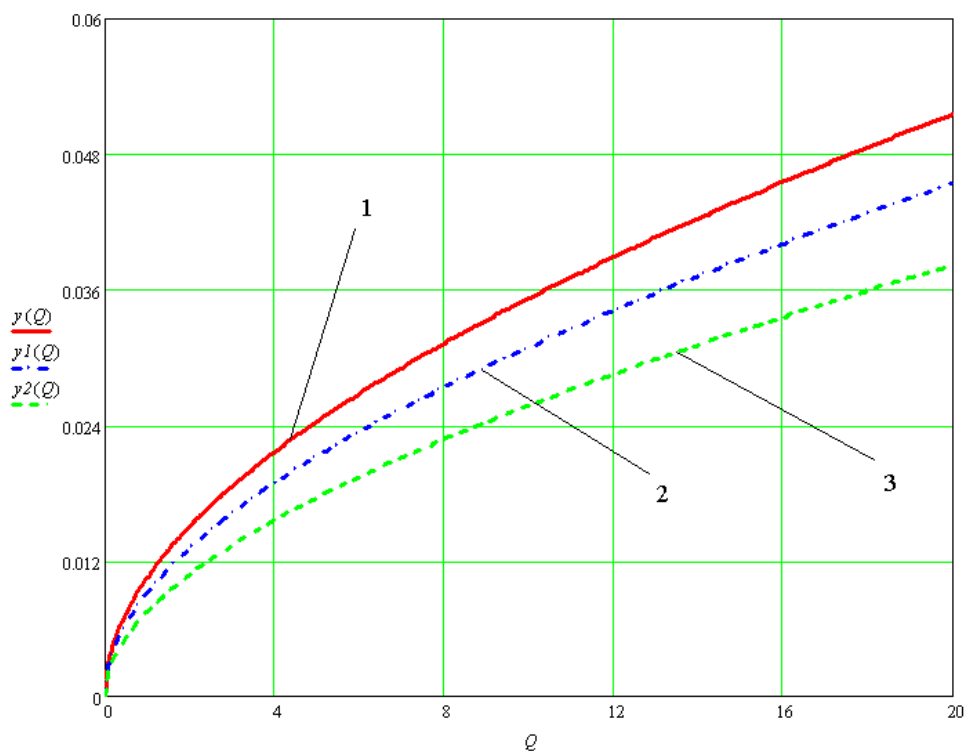
l – длина композитного прутка, м;

H – высота падения компонента клубненосного пласта, м;

E – модуль упругости композитного материала, МПа;

J – момент инерции сечения прутка ($J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$), м⁴.

Получение выражение позволяет рассчитать прогиб на середине прутка под воздействием ударной нагрузки от компонента клубненосного пласта весом Q . При помощи программы Mathcad 14 построим график данной зависимости (рисунок 8).



1 – $H=0,2$ м; 2 – $H=0,15$ м; 3 – $H=0,1$ м.

Рисунок 8 – Зависимость прогиба композитного прутка при ударе от веса компонента клубненосного пласта

Из рисунка видно, что увеличение высоты падения, а следовательно скорости соударения с прутком компонента клубненосного пласта определяет величину прогиба композитного прутка. Для исключения потерь клубней между прутками сепарирующего элеватора, задавшись максимальной величиной прогиба $0,03$ м и весом компонента клубненосного пласта, было установлено, что прутки из композитного материала должны иметь следующие параметры: модуль упругости $E = 55000$ МПа; диаметр композитного прутка $d = 0,012$ м; максимальная высота подскока компонента клубненосного пласта весом $Q = 15$ Н не должна превышать $H \leq 0,012$ м.

В третьей главе «Методика экспериментальных исследований свойств композитных материалов и эффективности функционирования сепарирующих элеваторов из композитных материалов на картофелеуборочных машинах» описаны программы и методики экспериментальных исследований. Программа экспериментальных исследований включала следующие основные направления:

- исследование прочности соединения упругих композитных прутков с металлическими замками;
- исследование на сопротивление удару композитных прутков;
- исследование изгиба гибких прутков из композитного материала при действии статических нагрузок;

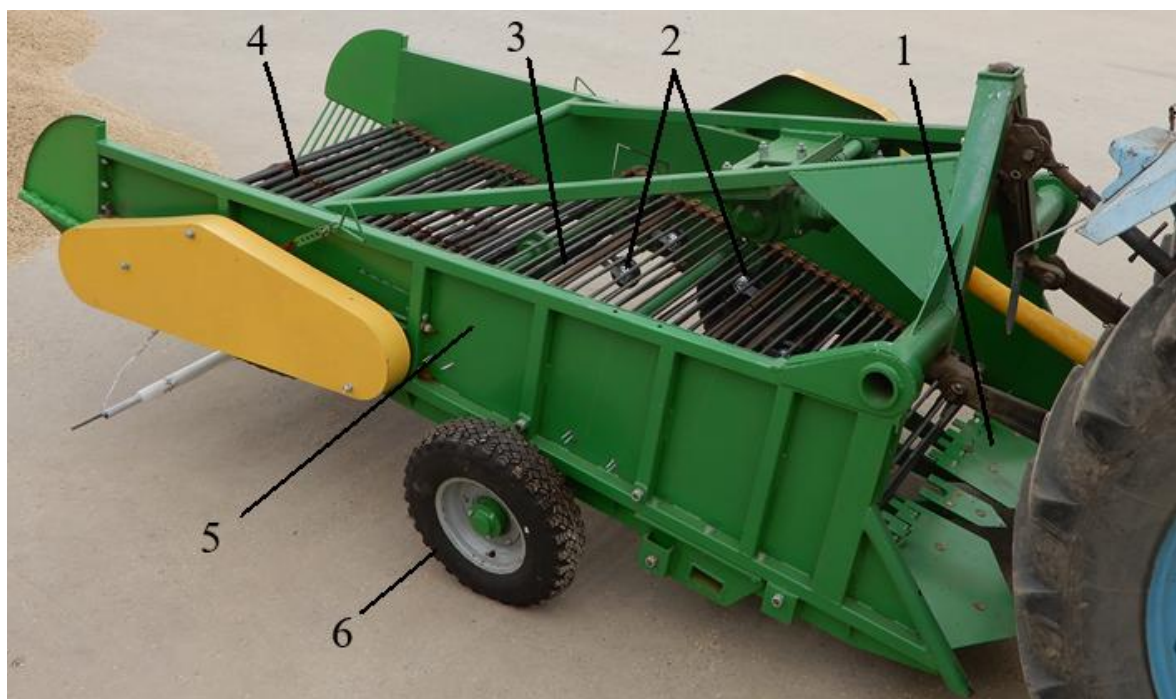
- исследование траекторий движения клубней картофеля при подбрасывании на полотне из композитных прутков.

Исследования проводились в ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований модернизированного элеватора с композитными прутками» приведены результаты экспериментальных исследований.

Исследования изгиба композитного прутка показали, что с высокой вероятностью прогиб композитного прутка осуществляется, согласно, закона Гука. Установлено, что при максимально возможной нагрузке на пруток около 50 Н, величина прогиба будет составлять около 0,012 м. Проведенные исследования изгиба прутка показали возможность значительного изгиба прутка без изменения его свойств и функциональных возможностей.

Объектами полевых исследований являлся модернизированный картофелекопатель КТН-2В, оснащённый элеватором с композитными прутками (рисунок 9). Работа проводилась в ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области (рисунок 10).



1 – лемех; 2 – поддерживающие ролики интенсификаторы; 3 – сепарирующий элеватор с композитными прутками; 4 – каскадный сепарирующий элеватор; 5 – корпус картофелекопателя; 6 – опорные колеса

Рисунок 9 –Общий вид модернизированного картофелекопателя КТН-2В с прутками из композитного материала



Рисунок 10 – Общий вид клубненосного вороха при проведении производственных исследований

Применение модернизированного элеватора позволило повысить его сепарирующую способность на суглинках нормальной влажности (около 22%), количество повреждений клубней снижено на 2,6%. Повреждения оценивались по методике ГОСТ 20915-75.

В пятой главе *«Экономический эффект применения сепарирующего элеватора с прутками из композитного материала»* проведен расчет стоимости сепарирующего элеватора с прутками из композитного материала и экономического эффекта его применения.

Стоимость предлагаемого элеватора с прутками из композитного материала составляет 26180 рублей, что ниже цен стандартного полотна пруткового элеватора для картофелекопателя КТН-2В.

Годовой экономический эффект от внедрения модернизированного сепарирующего элеватора с прутками из композитного материала на копателе КТН-2В составил 407701,2руб. в год (6795,02 в расчете на 1 га) при уборке 60га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследование кинематики компонентов клубненосного пласта при воздействии композитных прутков показало, что за счет эластичности комбинированных прутков существует возможность интенсивного воздействия на клубненосный пласт.

2. Теоретические исследования взаимодействия компонентов клубненосного пласта с прутковым элеватором, позволили установить, что дальность полета компонента клубненосного пласта составляет от 0,17 м до 0,21 м. При обосновании сепарирующего элеватора установлено, что пруток из композитного материала должен иметь следующие параметры: модуль

упругости $E = 55000$ МПа; диаметр композитного прутка $d = 0,012$ м при длине 1,26 м.

3. Экспериментальные исследования изгиба композитного прутка показали, что при максимально возможной нагрузке на пруток около 50 Н, величина прогиба будет составлять около 0,012 м. Проведенные исследования изгиба прутка определили возможность значительного изгиба прутка без изменения его свойств и функциональных возможностей. Экспериментальные исследования определили, что прочность соединения композитных прутков с металлическими замками с применением клея ЭДП ГОСТ 10587-84 длиной 0,04 м соответствует прочности соединения клепочного соединения прутка с прорезиненными ремнями.

4. Экспериментальные исследования установили, что применение сепарирующего элеватора с композитными прутками увеличило сепарирующую способность картофелекопателя на 12,7% при уборке на суглинке нормальной влажности 22% и снизило повреждения клубней на 2,6%.

5. Годовой экономический эффект от внедрения модернизированного сепарирующего элеватора с прутками из композитного материала на копателе КТН-2В составил 407701,2руб. в год (6795,02 в расчете на 1 га) при уборке 60га.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Целесообразно продолжить научные исследования в направлении совершенствования рабочих органов картофелеуборочных машин на основе применения композитных материалов для различных почвенно- климатических условий.

Рекомендации производству

Для повышения эффективности функционирования картофелеуборочных машин рационально использовать композитные материалы в конструкции сепарирующего элеватора.

Основные положения диссертации и полученные результаты отражены в следующих основных публикациях:

Статьи в ведущих изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России

1. Жбанов, Н.С. Влияние конструктивно-технологической схемы на показатели работы картофелеуборочной машины [Текст] / Н.С.Жбанов, Н.В. Бышов, С.Н. Борячев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 1 (41). – С. 15-21.

2. Жбанов, Н.С. Исследования свойств композиционных материалов, применяемых в картофелеуборочных машинах [Текст] / Н.С. Жбанов, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович, Т.С. Ткач, Н.А. Костенко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2 (46). – С. 69-75.

3. Жбанов, Н.С. Исследование эксплуатационных показателей картофелеуборочных машин с модернизированными рабочими органами [Текст] / Н.С. Жбанов, Д.В. Евтехов, Р.В. Безносок [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 1 (49). – С. 112-119.

4. Жбанов, Н.С. Исследование траекторий движения клубней картофеля при подбрасывании на полотне из композитных прутков [Текст] / Н.С. Жбанов, С.Т. Кодиров, М.Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 3. – С. 100-105.

Статьи в ведущих изданиях, индексируемых в базе Web of Science

5. Zhbanov N.S. Improvement of the working bodies of the harvesting machines by means of the use of composite materials [text] / N.S. Zhbanov, N.V. Vyshov, N.A. Kostenko, G.C. Rembalovich, M.Y. Kostenko, / BIO Web of Conferences 2019. – Vol. 17. – 2020. – №00191

Публикации в сборниках и других научных изданиях

6. Жбанов, Н.С. Анализ конструкций прутков сепарирующих элеваторов картофелеуборочных машин [Текст] / Н.С. Жбанов, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносок // В сборнике: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса. Материалы 70-й Международной научно-практической конференции Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань, РГАТУ, 2019. – С. 205-211

*Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л. 2. Тираж 100 экз. Заказ №1499 подписано в печать
14.02.2022 г.*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования*

*«Рязанский государственный агротехнологический университет имени
П. А. Костычева»*

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1

*Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно-методических пособий ФГБОУ ВО РГАТУ*

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1