

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



*Материалы*

*Международной научно-практической конференции,  
посвященной памяти д.т.н., профессора  
Александра Алексеевича Сорокина*

**«Современное состояние и перспективы развития  
агропромышленного комплекса Российской  
Федерации»**

29 января 2025 года

УДК 338.436.3  
ББК 65.321.43  
С - 568

**Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации:** Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Александра Алексеевича Сорокина, 29 января 2025 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2025. – 226 с.

#### ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

**Председатель: Шемякин А.В.** – д.т.н., профессор, ректор ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ.

**Сопредседатель: Борычев С.Н.** – д.т.н., профессор, первый проректор, заведующий кафедрой строительство инженерных сооружений и механика ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ.

**Члены оргкомитета:**

**Успенский И.А.** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Рембалович Г.К.** – д.т.н., профессор, проректор по научной работе ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Чаткин М.Н.** – д.т.н., профессор, ректор ФГБОУ ДПО «Мордовский институт переподготовки кадров агробизнеса», РФ;

**Пономарев А.Г.** – к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории «Машинные технологии возделывания и уборки картофеля и корнеплодов», ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», РФ;

**Сибирёв А.В.** – д.т.н., заведующий лабораторией «Машинные технологии для возделывания и уборки овощных культур открытого грунта» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», РФ;

**Аникин Н.В.** – к.т.н., доцент, декан автодорожного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Бачурин А.Н.** – к.т.н., доцент, декан инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Гаджиев П.И.** – д.т.н., профессор, декан факультета электроэнергетики и технического сервиса ФГБОУ ВО Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского», РФ;

**Байбобоев Н.Г.** – д.т.н., профессор, Наманганский инженерно-строительный институт, Республика Узбекистан;

**Исмаилов И.И.** – д.т.н., профессор, член РАЕН, советник председателя ОАО «Агросервис», Республика Азербайджан;

**Юхин И.А.** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Фаталиев К.Г.** – к.т.н., доцент, директор Азербайджанский НИИ «Агромеханика», Республика Азербайджан;

**Терентьев В.В.** – к.т.н., доцент, начальник управления науки ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Колотов А.С.** – к.т.н., доцент кафедры технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Ушанев А.И.** – к.т.н., доцент кафедры технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Колошеин Д.В.** – к.т.н., ответственный за научно-исследовательскую работу студентов на автодорожном факультете, старший преподаватель кафедры строительство инженерных сооружений и механика ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Князькова О.И.** – аналитик информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ.

В сборник вошли материалы докладов, представленных на Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Александра Алексеевича Сорокина «Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации».

Рецензируемое научное издание.

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

## Оглавление

<b>Секция: Пути совершенствования конструкций сельскохозяйственной и транспортной техники</b> .....	5
<i>Успенский И.А., Филюшин О.В., Ушанев А.И., Кутыраев А.А.</i> Современные унифицированные картофелеуборочные машины .....	5
<i>Безруков А.В., [Липин В.Д.], Подлеснова Т.В.</i> Особенности устройства луцильника ЛДГ-12К.....	11
<i>Филюшин О.В., Ушанев А.И., Юмаев Д.М., Колотов А.С.</i> Перспективы разработки отечественных самоходных комбайнов.....	19
<i>Коваль А.А., Кунцевич А.А., Лузгин Н.Е., Соколов А.А., Утолин В.В.</i> Плотность почвы как фактор плодородия при механизированной обработке .....	26
<i>Филюшин О.В., Ушанев А.И.</i> Инновационные системы управления сельхозтехникой .....	32
<i>[Липин В.Д.], Подлеснова Т.В., Безруков А.В.</i> Проблемы совершенствования механизации возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.....	37
<i>Колотов А.С., Ушанев А.И., Филюшин О.В.</i> Обзор картофелеуборочной техники Западной Европы .....	44
<i>Липин М.Д., Подлеснова Т.В., [Липин В.Д.]</i> Раскалывание скорлупы грецкого ореха .50	
<i>Якутин Н.Н., Симонова Н.В., Енгальчев Р.Н.</i> Анализ рынка картофеля .....	54
<i>[Липин В.Д.], Подлеснова Т.В., Липин М.Д.</i> Назначение и устройство комбайна картофелеуборочного AVR Spirit 6200.....	59
<i>Колотов А.С., Ушанев А.И., Юмаев Д.М., Кутыраев А.А.</i> Основные этапы и технологии переработки навоза .....	68
<i>Подлеснова Т.В., [Липин В.Д.], Липин М.Д.</i> Особенности использования зубовых борон .....	74
<i>Мартыхин С.О., Кияйкин А.С., Чаткин М.Н.</i> Перспективы использования почвообрабатывающих машин в системе точного земледелия .....	83
<b>Секция: Актуальные вопросы инженерно-технического обеспечения предприятий АПК</b> .....	88
<i>Полищук С.Д., Чурилов Д.Г., Сидоров А.А., Гаврилин М.А.</i> Важные составляющие закрытого способа хранения автодорожной техники .....	88
<i>Рембалович Г.К., Юмаев Д.М., Исмаев Р.Р.</i> Анализ способов агротехнической обработки почвы .....	94
<i>Константинов С.К., Лузгин Н.Е., Кунцевич А.А., Утолин В.В., Соколов А.А.</i> Особенности минерального питания картофеля при интенсивной технологии возделывания.....	102
<i>Кунцевич А.А., Лузгин Н.Е., Соколов А.А., Мартынушкин А.Б., Поляков М.В.</i> Янтарная кислота как фактор оптимизации агротехнологий.....	107
<i>Кунцевич А.А., Соколов А.А., Лузгин Н.Е., Утолин В.В., Денисов С.В.</i> Особенности применения баковых смесей пестицидов и удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур .....	113
<i>Кунцевич А.А., Соколов А.А., Лузгин Н.Е., Утолин В.В., Колотов А.С.</i> Роль медьсодержащих удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур...120	
<i>Рыбкина А.Н., Родин И.К.</i> Динамика и состояние основных фондов в Рязанской области и других субъектах Центрального Федерального Округа РФ .....	126

<i>Саая С.Ш., Войнаш С.А.</i> Безопасность труда в процессе посева зерновых культур .....	130
<i>Саморуков А.А., Утолин В.В., Лузгин Н.Е., Кунцевич А.А., Слободскова А.А.</i> К вопросу определения свойств побочных продуктов перерабатывающих производств, применяемых на корм скоту .....	134
<i>Сесин А.П., Кунцевич А.А., Лузгин Н.Е., Нагаев Н.Б., Денисов С.В.</i> Роль молибденсодержащих удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур .....	139
<i>Лазарев Е.А., Щур А.С., Маркушов А.А., Попова Е.А.</i> Пути повышения эффективности производства и хранения картофеля .....	146
<i>Костенко М.Ю., Рембалович Г.К., Безносюк Р.В., Калинин А.В.</i> Способы осаждения аэрозоля на растения .....	152
<i>Чернышов Р.В., Долгов И.О., Щур А.С., Маркушов А.А., Попова Е.А.</i> Цена на картофель: Факторы роста и способы снижения .....	158
<i>Тишкина Е.А., Кунцевич А.А., Соколов А.А., Лузгин Н.Е., Утолин В.В.</i> Влияние внесения боросодержащих удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур .....	163
<b>Секция: Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники</b> .....	170
<i>Лукьянов В.В., Старунский А.В.</i> Исследование аспектов, определяющих надёжность транспортной и сельскохозяйственной техники .....	170
<i>Ушанев А.И., Юмаев Д.М., Филюшин О.В., Шамбазов Е.А.</i> Современные подходы к организации и технологиям технического обслуживания и ремонта автомобилей .....	176
<i>Полищук С.Д., Юмаев Д.М., Сидоров А.А., Гаврилин М.А.</i> О главных особенностях замены деталей на автодорожной технике .....	182
<i>Успенский И.А., Юмаев Д.М., Прибылов Д.О.</i> Повышение надёжности работы тормозной системы за счет использования диагностики .....	188
<b>Секция: Строительство инженерных сооружений и гидромелиоративных систем</b> .....	193
<i>Захарова О.А.</i> Проблемы восстановления осушительных систем в Рязанской Мещере .....	193
<i>Попов А.С., Щур А.С., Афонина А. Н.</i> Анализ подъема и выравнивания каркасного фундамента здания при различных расчетных схемах .....	197
<i>Попов А.С., Антонова О.Ю.</i> Методики теплового расчета ограждающих конструкций совмещенных невентилируемых крыш .....	204
<i>Гаврилина О.П., Щур А.С., Клепова С.О., Горожанина Е.В.</i> Преимущества мелкодисперсного дождевания .....	210
<b>Секция: Современные направления развития транспорта и дорожной инфраструктуры</b> .....	215
<i>Гаврилина О.П., Щур А.С., Белозеров А.И., Клепова С.О.</i> Методы повышения транспортной доступности городов .....	215
<i>Ткач Т.С., Щур А.С., Белозеров А.И., Клепова С.О.</i> Способы снижения количества дорожно-транспортных происшествий .....	220

## **СЕКЦИЯ: ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ**

---

**УДК 631.356.4**

*Успенский И.А., д-р техн. наук,  
Филюшин О.В., канд. техн. наук,  
Ушанев А.И., канд. техн. наук,  
Кутыраев А.А., аспирант  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **СОВРЕМЕННЫЕ УНИФИЦИРОВАННЫЕ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫЕ МАШИНЫ**

Ключевым аспектом в успешном картофелеводстве, наряду с современными агрономическими методами, является использование высокотехнологичной агромеханики и специализированных агромашиностроительных решений. Это включает в себя технику для землеобработки, посевного процесса, ухода за посевами, уборки, а также послеуборочной обработки и сортировки картофеля. Решающим фактором является применение технологий, обеспечивающих высокую производительность при минимизации повреждений и потерь продукта на каждом этапе.

Основные параметры для автоматизированных систем.

Вариативность климата и почвенного состава по территории России, особенно в регионах с тяжелыми суглинками, высоким уровнем влажности и загрязнением земель, создает сложные условия для работы уборочной техники на 25% обрабатываемых земель. Данные обстоятельства требуют адаптации и учета при создании новых моделей аграрной техники. В то время как в странах Европы, активно производящих картофелеуборочные машины, условия работы техники менее требовательные, на российских просторах ситуация обстоит более жестко. Это подчеркивает критическую потребность не только в импорте, но и в разработке, совершенствовании, и производстве собственных машин для уборки картофеля. До начала 1990-х в России активно развивалось производство такого оборудования Рязанским комбайновым заводом, выпускавшим до 12 тысяч машин ежегодно и ГСКБ, ответственным за разработку и тестирование специализированной техники.

На излете первого десятилетия XXI века Россия стремилась увеличить производство картофеля до 35-37 миллионов тонн, планируя, что значительная доля этого урожая, а именно от 30 до 40 процентов, будет производиться на территории крупных агропромышленных комплексов. Эти комплексы отличались использованием передовых агротехнологий и сельскохозяйственной техники, что должно было стать залогом высоких показателей урожайности. Однако в реальности российские картофелеуборочные комбайны, спроектированные с учетом национальных

агроклиматических особенностей, зачастую не соответствовали ожидаемым требованиям к эффективности и качеству работы, особенно в затруднительных условиях влажных и плохо проходимых полей. Эта ситуация подчеркивает актуальность разработки и внедрения инновационных моделей картофелеуборочных агрегатов, которые бы соответствовали современным агростандартам, обеспечивая тем самым дальнейшее развитие и повышение производительности отечественного картофелеводства.

Актуальный ассортимент в сфере агротехники объединяет в себе разнообразие как отечественных, так и импортных машин и тракторных комплексов, созданных с ориентацией на многообразие аграрных потребностей. Эти аграрные комплексы различаются по параметрам ширины обработки и интервалам между посадочными рядами, обеспечивая их эффективное применение на полях различных габаритов и с учетом переменной интенсивности сезонных работ, включая высадку разнообразных культур, в частности картофеля. Для управления территориями до 40 га оптимальным выбором являются технические агрегаты, оборудованные тракторами с мощностью в диапазоне классов 0,6 и 0,9. При работе с территориями свыше 40 га рекомендуется применение оборудования с мощностью в рамках классов 1,4 и 2. Такая разноуровневая стратегия выбора техники способствует улучшению показателей производства картофеля, существенно увеличивая урожайность и эффективность в аграрном секторе.

Исследования в области агрономии и тесты на сельскохозяйственный инвентарь показали благоприятное влияние увеличения промежутка между рядами до 90 см на объем и качество картофельного урожая, а также улучшение производительности агротехники по сравнению с 70 см. Кроме того, техника культивации картофеля на грядах с разрывом 110 + 30 см демонстрирует отличные результаты на торфяных грунтах [4].

В сельскохозяйственной технике активно используются многоцелевые рабочие агрегаты, основанные на комплексных конструкциях, включающих в себя комбинированные отвалы, оборудованные дополнительно боковыми дисками с пассивным или активным приводом, имеющими плоскую либо коническую форму. Последующая установка регулируемых клапанов на шарнирах снижает объем поднимаемой земли и препятствует ее накоплению. Однако подобная система налагает дополнительные требования к точности управления техникой для обеспечения точности соблюдения заложенных траекторий посева и сохранения их прямолинейности.

В агротехнической промышленности для эффективного отделения почвы от урожая применяются специализированные элеваторные системы, оснащенные парой эластичных непрерывных лент с периодически размещенными поперечными стержнями. Данные устройства с ременной передачей способствуют повышению производительности за счет продления срока эксплуатации и сокращения уровня шума по сравнению с традиционными металлическими аналогами. В производстве национальной сельскохозяйственной техники предпочтение отдается элеваторам с диаметром

стержней 11 мм и интервалом между креплениями 41,3 мм. Однако для импортной техники критерии подбора элеваторных систем могут варьироваться, в том числе по расстоянию между стержнями от 15 до 43 мм, обеспечивая адаптацию к различным условиям эксплуатации и специфике сельскохозяйственных задач.

Чтобы улучшить эффективность процесса сепарации в аграрном секторе, наряду с традиционными методами агротехнической подготовки почвы, интегрируют в конструкцию сельскохозяйственных комбайнов дополнительные устройства. Среди них выделяются контурные ролики, предназначенные для дробления почвенных комков [6], различные по дизайну системы вибрации (активные и пассивные), которые способствуют лучшей сепарации, а также усовершенствованные механизмы улучшения сепарационного процесса, включая комбинированные и спиральные конструкции, обеспечивающие повышенную эффективность разделения составляющих земли.

В современной агропромышленной индустрии на мировом рынке простые версии картофелеуборочных машин, известные под названием картофелекопатели-погрузчики, завоевывают все большую популярность. Эти машины выделяются благодаря тому, что не оснащены емкостями для временного хранения и сортировочными механизмами. Они специализируются на извлечении картофеля из почвы, его очистке от грунта и различных примесей, после чего происходит направление урожая непосредственно в транспортировочные средства, следующие за машиной. В отличие от них, полностью оборудованные картофелеуборочные установки, включающие в себя сортировочные конвейеры для осмотра продукции и накопительные бункеры [1] на 2, 4 и 6 тонн, используются в меньшем количестве фермерских хозяйств [17,18] из-за их более высокой стоимости и сложности эксплуатации.

Из-за значительного веса картофелекопалок, превосходящего 6 тонн вместе с массой урожая в бункере, использование их в комплекте с тракторами осложнено, особенно на увлажненных почвах.

ВИСХОМом совместно с ВИМом и НИИКХ на базе современных отечественных и зарубежных разработок созданы унифицированные машины: комбайн УКК-2, копатель-погрузчик УКП-2 и копатель УК-2. Они предназначены для уборки гребневых посадок картофеля с междурядьями 70, 75 и 90 см.

Машина УКП-2 для сбора картофеля, способная также загружать собранный урожай в транспорт на движении, разработана для использования в средних оптимальных условиях почвы и климата, при этом обеспечивая урожай не менее 15...20 тонн с гектара. Этот аппарат совместим на 90% с деталями и компонентами комбайна УКК-2, включая системы для рыхления земли, отделения клубней от земли и удаления листвы, за исключением блока загрузочного транспортера, который не подлежит взаимозамене.

В конструкции УКК-2 применение гибридной сепарации [14,15], объединяющей элементы с пальцевыми и плоскими поверхностями, а также

ротор с винтовой лентой, расположенный над наклонным сортировочным конвейером, значительно повышает производительность и операционное удобство. Интеграция таких инновационных решений не только минимизирует физическое воздействие на персонал, но и позволяет снизить требования к численности операторов до одного или двух.

Разработка обновленного картофелекопателя-погрузчика КПР-2 с весом до 1,8 т и уменьшенными габаритами включает технологические усовершенствования в системе сбора урожая [11]. По сравнению с предыдущими версиями, отказались от применения лопастного загрузочного транспортера в пользу более продуктивного подъемного центробежно-сепарирующего элеватора, который интегрирован с инновационным штыревым механизмом для эффективного удаления ботвы [3]. Это улучшение целенаправленно на усовершенствование эффективности выделения клубней из земли и последующей загрузки без повреждений. Для улучшения качества сепарации и снижения вероятности повреждения клубней, новая конструкция элеватора включает лопастной битер, работающий на основе механизма вибрации, минимизирующего вероятность контакта клубней с металлическими элементами [2].

На протяжении столетий, инженерные усилия направлены на модернизацию машин для уборки картофеля, применяя новейшие технологические достижения, чтобы увеличить продуктивность машин и сократить потери при сборе урожая. Это обеспечивает более экономически эффективное и оперативное извлечение картофеля из поля. Непрерывное усовершенствование этих агротехнических решений внушает уверенность в светлое будущее сельскохозяйственного производства, укрепляя убеждение в его динамичном и восходящем развитии [1].

### ***Библиографический список***

1. Патент № 2346875 С1 Российская Федерация, МПК В65D 88/66. Бункерное устройство : № 2007124948/12 : заявл. 03.07.2007 : опубл. 20.02.2009 / К. В. Гайдуков, М. Б. Латышенко, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин.

2. Устройство для снижения колебаний грузовой платформы / Н. В. Аникин, С. В. Колупаев, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Сельский механизатор. – 2009. – № 8. – С. 31.

3. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства / Г. Д. Кокорев, Н. В. Аникин, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Нива Поволжья. – 2010. – № 2(15). – С. 48-50.

4. Способы отделения плодов картофеля от комков почвы и камней / Д. О. Прибылов, И. А. Успенский, А. С. Колотов, А. И. Ушанев // Автомобильный транспорт: эксплуатация и сервис : сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 95-летию академика РАО Г.Н. Волкова, Чебоксары, 14 апреля

2022 года. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2022. – С. 17-25.

5. Патент на полезную модель № 68847 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от ботвы : № 2007122130/22 : заявл. 13.06.2007 : опубл. 10.12.2007 / С. В. Колупаев [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева.

6. Патент на полезную модель № 170887 U1 Российская Федерация, МПК А01D 17/22. Картофелекопатель : № 2017100178 : заявл. 09.01.2017 : опубл. 12.05.2017 / Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

7. Патент на полезную модель № 51450 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/00. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от ботвы : № 2005127949/22 : заявл. 08.09.2005 : опубл. 27.02.2006 / С. В. Колупаев [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева.

8. Успенский, И. А. Сепарирующая горка с лопастным отбойным валиком / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, Р. В. Безносюк // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 2. – С. 57-59.

9. Основные технологии уборки картофеля и технологические схемы картофелеуборочных комбайнов / Г. К. Рембалович [и др.] // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 55-60.

10. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / А. А. Симдянкин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 985-1000.

11. Снижение повреждаемости сельскохозяйственной продукции (на примере картофеля) при использовании пневмоконтейнера / И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 1(37). – С. 104-108.

12. Современный взгляд на производство картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 146-153.

13. Патент на полезную модель № 206279 U1 Российская Федерация, МПК А01D 13/00, А01D 33/00. Каток опорный картофелеуборочного комбайна : № 2021110465 : заявл. 13.04.2021 : опубл. 03.09.2021 / И. В. Лучкова [и др.] ;

заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

14. Усовершенствованное устройство для сепарирования клубней картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. – № 11. – С. 6-7.

15. Инновационные процессы и устройства для "бережной" сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина, Москва, 17–18 сентября 2013 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. Том Часть 1. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2013. – С. 275-277.

16. Обзор исследований процесса сепарации в картофелеуборочных комбайнах / А. А. Кутыраев [и др.] // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 41-46.

17. Сепарирующие рабочие органы картофелеуборочных комбайнов / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Р. В. Безносок, А. А. Кутыраев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 21-28.

18. Борычев, С. Н. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля (обзор, теории, расчет) : монография / С. Н. Борычев. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2006. – 220 с.

19. Starovoitov, V. I. Prospects of potato growing techniques in wide rows / V. I. Starovoitov, O. A. Pavlova, N. V. Voronov // Potato production and innovative technologies / Editors:Anton J. Haverkort and Boris V. Anisimov. – Wageningen : Wageningen Academic Publishers, 2007. – P. 246-251.

20. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженовский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1(134). – С. 46-52.

*Безруков А.В., магистр,  
Липин В.Д., канд. техн. наук, доцент,  
Подлеснова Т.В., магистр  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЛУЩИЛЬНИКА ЛДГ-12К**

С переходом с затратной экономики на рыночную, цены на автотракторную технику и сельскохозяйственные машины, а также горюче-смазочные материалы, увеличились не обоснованно. При затратной экономике в совхозах и колхозах проводили вспашку почвы практически ежегодно на одинаковую глубину [1, 2, 3]. При этом не задумывались о плужной подошве [4] и себестоимости возделываемых культур. Можно сказать, что произошло отчуждение человека к почве и средствам производства. Финансовые средства были распределены по счетам. Сельскохозяйственные машины [5] и другую технику, а также горюче-смазочные материалы покупали путем перевода денег на счета предприятия продавца. Скрупулёзно относились и учитывались деньги на заработную плату и командировочные, то есть деньги, которые можно было получить наличными.

При рыночной экономике встали вопросы не только по увеличению урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур [6], а также стали учитывать себестоимость полученного урожая. Последнее время стараются вырастить экологически чистые сельскохозяйственные культуры [7].

Предприятия стали выпускать новые сельскохозяйственные машины [8, 9], которые не уступают по производительности и другим качественным показателям иностранным аналогам.

Нет смысла при возделывании зерновых культур проводить вспашку почвы на глубину 27 см. Поэтому применение дисковых луцильников стало актуальным. Предприятия – изготовитель сельскохозяйственных машин стали разрабатывать и изготавливать машины востребованными аграриями.

Луцильник ЛДГ-12К используется не только для луциния стерни, а также при обработке почвы после вспашки с целью измельчения пластов [10].

Луцильник не должен применяться на каменистых почвах и почвах, на которых имеются пни, корни деревьев и сильно засоренной поверхности. Не допускается на поверхности поля скопления куч соломы, наличие шпата и проволоки.

Луцильник ЛДГ12К агрегируется с тракторами класса 3.

Луцильник представляет собой широкозахватную прицепную машину с двусторонним расположением дисковых рабочих органов 1 и 7 (рисунок 1).

Луцильник состоит из снлицы 1, к которой справа и слева шарнирно присоединены брусья 2 и 3 с рабочими секциями 4 и 5 (рисунок 2). Между брусьями к снице шарнирно присоединена центральная секция 6. Брусья

опираются на колесные пары 7 и 8. Брусья соединены со сницей растяжками 9 и 10, при помощи которых устанавливается угол атаки.

Заглубление и выглубление рабочих органов производится с помощью гидросистемы 11.

Рабочими органами лущильника являются сферические диски, собранные в дисковые батареи.

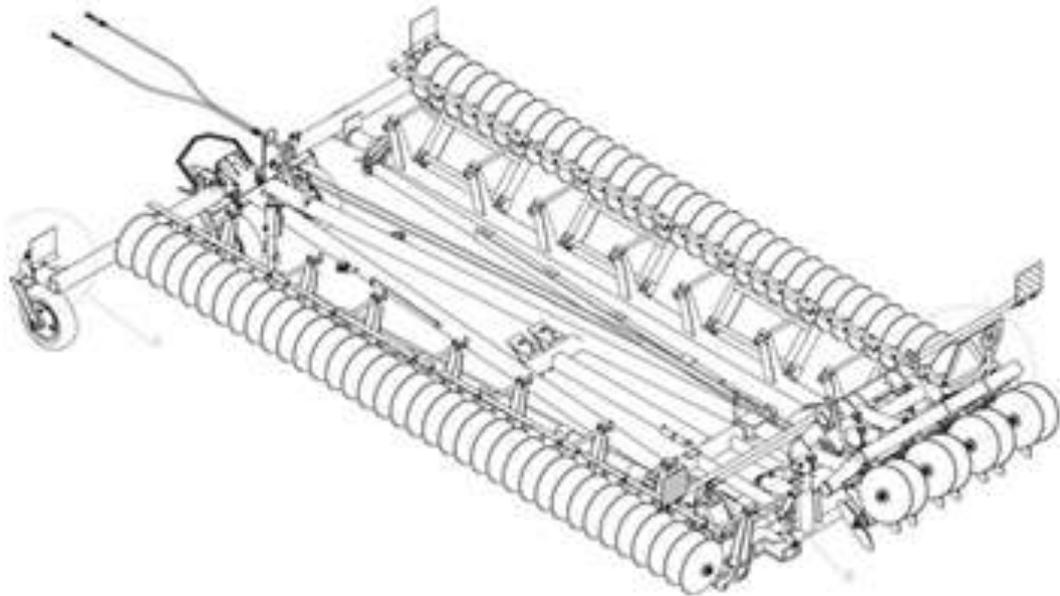
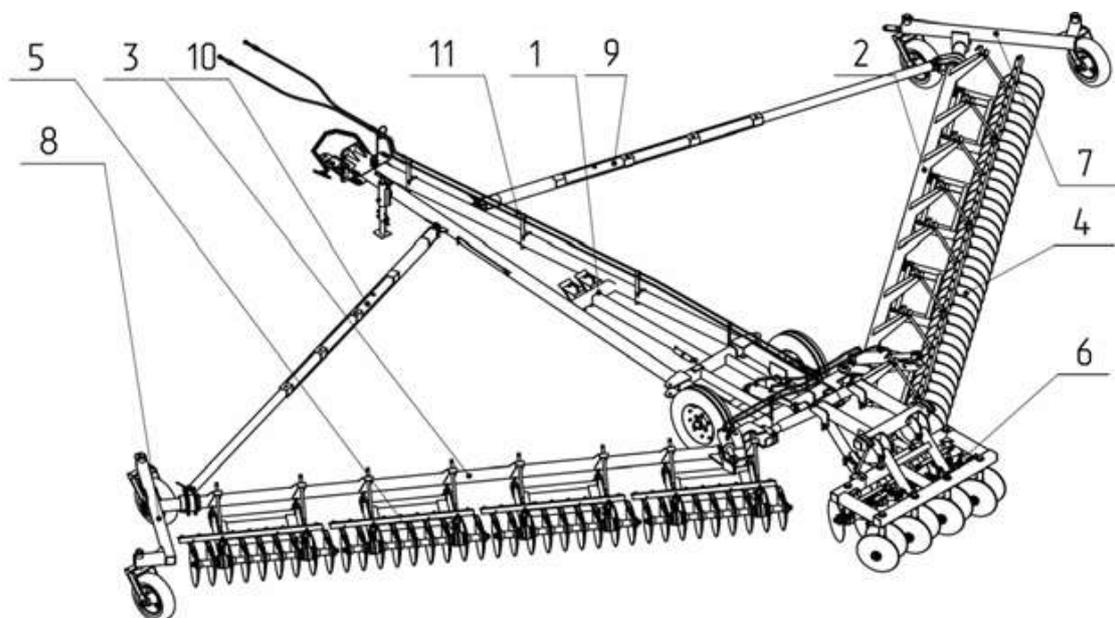


Рисунок 1 – Лущильник дисковый гидрофицированный ЛДГ-12К  
(в положении дальний транспорт)



1-сница; 2, 3-брус; 4-секция в сборе; 5-секция в сборе; 6-секция центральная; 7-колесная пара; 8-колесная пара; 9, 10-растяжка; 11-гидросистема

Рисунок 2 – Лущильник дисковый гидрофицированный ЛДГ-12К  
(в рабочем положении)

Диски, вращаясь во время работы, подрезают растительные остатки, крушат обрабатываемый слой почвы, частично оборачивают и сдвигают его в сторону.

Луцильник работает вразвал от середины орудия. Чем больше угол атаки дисков, тем больше степень рыхления пласта, полнее подрезание растительных остатков и больше глубина обработки почвы.

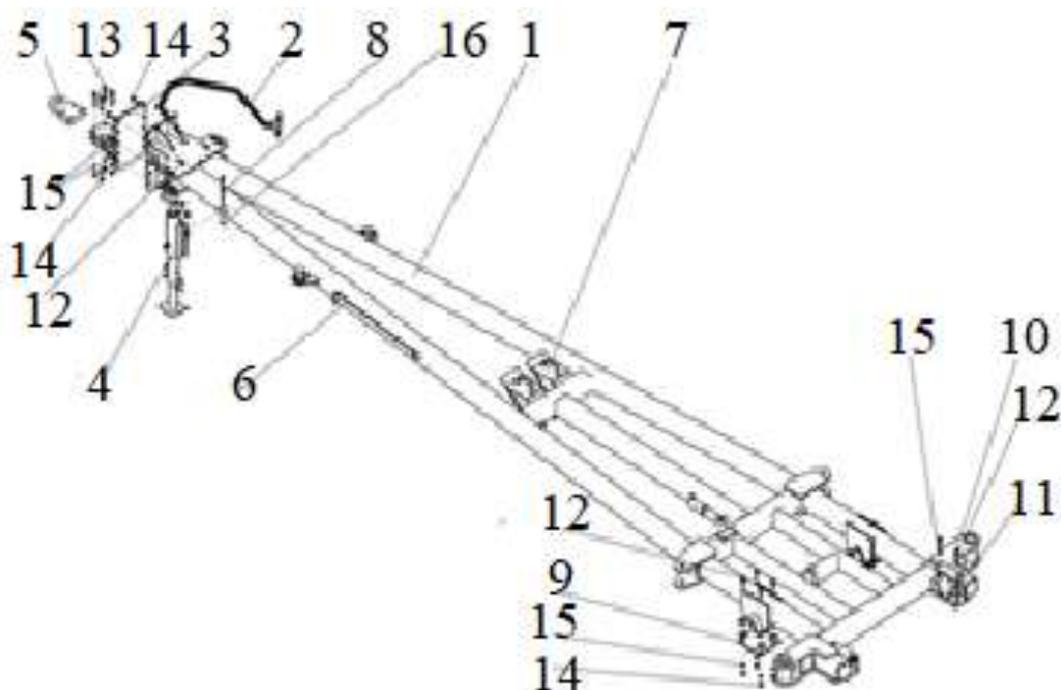
Конструкция луцильника позволяет устанавливать угол атаки на 35, 30, 20 и 15 градусов.

Для лущения стерни, как правило, устанавливается угол атаки 35°, а на слабо засоренных почвах угол атаки можно уменьшить до 30°.

При использовании луцильника при обработке почвы после вспашки с целью измельчения пластов рекомендуется устанавливать углы атаки 20° и 15°.

Для очистки рабочих органов от земли и растительных остатков к луцильнику прикладывается чистик.

Сница в сборе (рисунок 3) предназначена для присоединения луцильника к трактору. Сница в сборе состоит из сницы 1, на которую крепятся цепь страховая 2, кронштейн 3, серьга 5, опора стояночная 4, чистик 6, подкладки под колеса 7, а также прижим 9, при помощи которого к снице крепится мост и прижим 10, при помощи которого к снице крепится секция центральная в сборе.

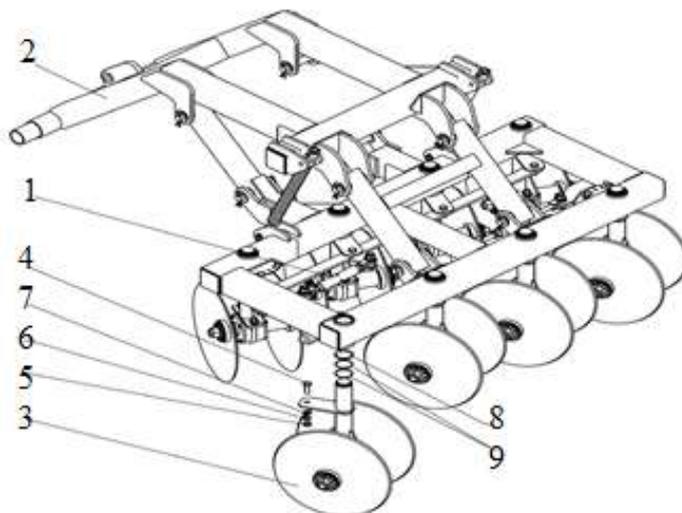


1-сница; 2-цепь страховая; 3-кронштейн; 4-опора стояночная; 5-серьга; 6-чистик;  
7-подкладка под колесо; 8-фиксатор; 9, 10-прижим; 11-прокладка регулировочная; 12-болт;  
13-болт; 14-гайка; 15-шайба; 16-шплинт пружинный

Рисунок 3 – Сница в сборе

Секция центральная в сборе (рисунок 4) состоит из рамы, несущей 2, с помощью которой она присоединяется к снице при сборке луцильника, перед

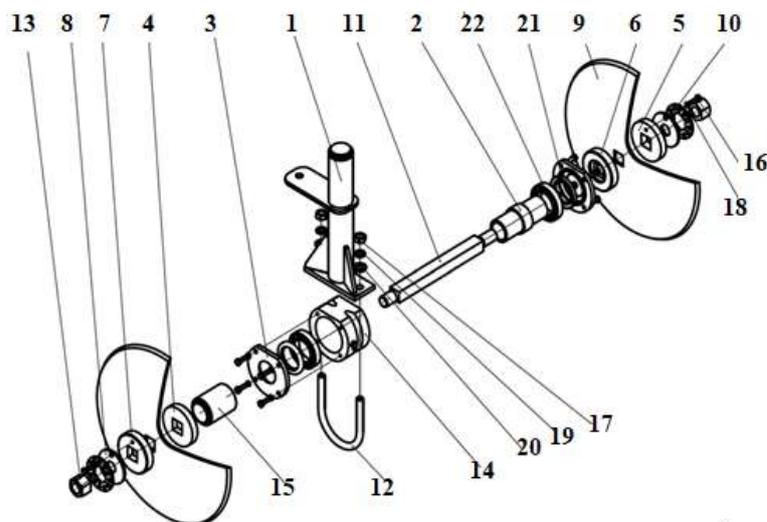
его эксплуатацией, рабочих органов 3 в количестве 8 штук. Рабочие органы вставляются в раму, несущую и крепятся кольцом 8. Кольца 9 служат уплотнением для удержания смазки в полости втулок, в которые вставляются рабочие органы. Талреп 1 служит для установки угла атаки. Угол атаки рабочих органов секции центральной устанавливается постоянным и равен  $25^\circ$ .



1-талреп; 2-рама несущая; 3-рабочий орган; 4-болт; 5-гайка; 6-шайба;  
7-шайба; 8-кольцо; 9-кольцо

Рисунок 4 – Секция центральная в сборе

Рабочий орган предназначен для выполнения основной технологической операции. Рабочий орган (рисунок 5) состоит из стойки 1, закрепленной на раме секции центральной кольцом 8 (рис. 1.4). Диски 9 собираются на оси 11, вставленной в корпус 14, через втулку 2.

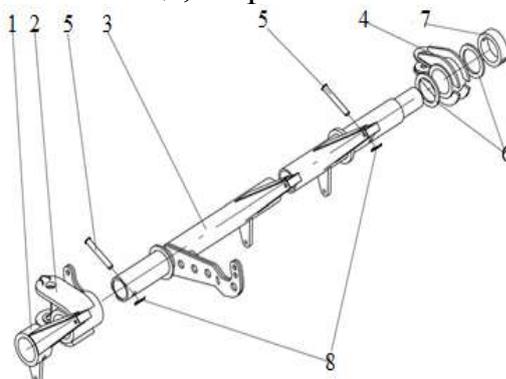


1-стойка; 2-втулка; 3-крышка; 4-упор выпуклый; 5-упор выпуклый; 6-упор вогнутый;  
7-упор вогнутый; 8, 18, 19, 20-шайба; 9-диск; 10-шайба стопорная; 11-ось; 12-скоба; 13-гайка;  
14-корпус; 15-втулка; 16-болт; 17-гайка; 21-манжета; 22-подшипник

Рисунок 5 – Рабочий орган

Диски крепятся гайками 13. От самопроизвольного откручивания гаек, применяются стопорные шайбы 10.

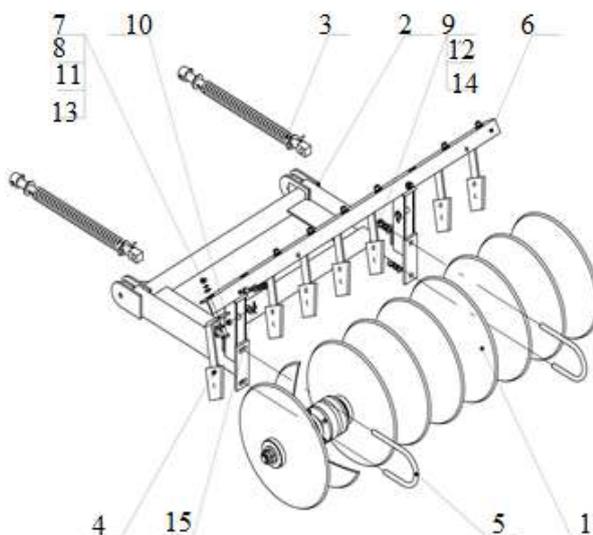
Брус правый (рисунок 6) предназначен для навешивания секций батарей и перевода их в рабочее положение из транспортного и обратно. Брус правый левым концом присоединяется к снице, а правым к колесной паре.



1-стойка; 2-корпус; 3-брус; 4-проушина; 5-фиксатор; 6-шайба; 7-кольцо;  
8-шплинт пружинный

Рисунок 6 – Брус правый

Секция правая в сборе (рисунок 7) состоит из батареи 1, которая является основным рабочим органом, рамки 2, к которой прикручиваются уголок 6 с чистиками 4. Секция правая в сборе навешивается на брус правый. Количество секций правых четыре.

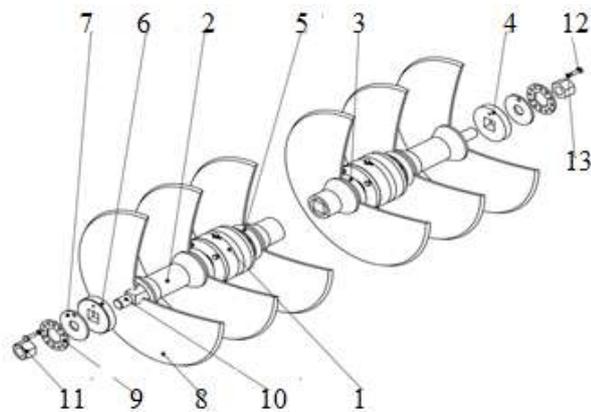


1-батарея в сборе; 2-рамка; 3-штанга; 4-чистик; 5-скоба; 6-уголок; 7-болт; 8-гайка; 9-гайка;  
10-ось; 11, 12, 13, 14-шайба; 15-шплинт

Рисунок 7 – Секция правая в сборе

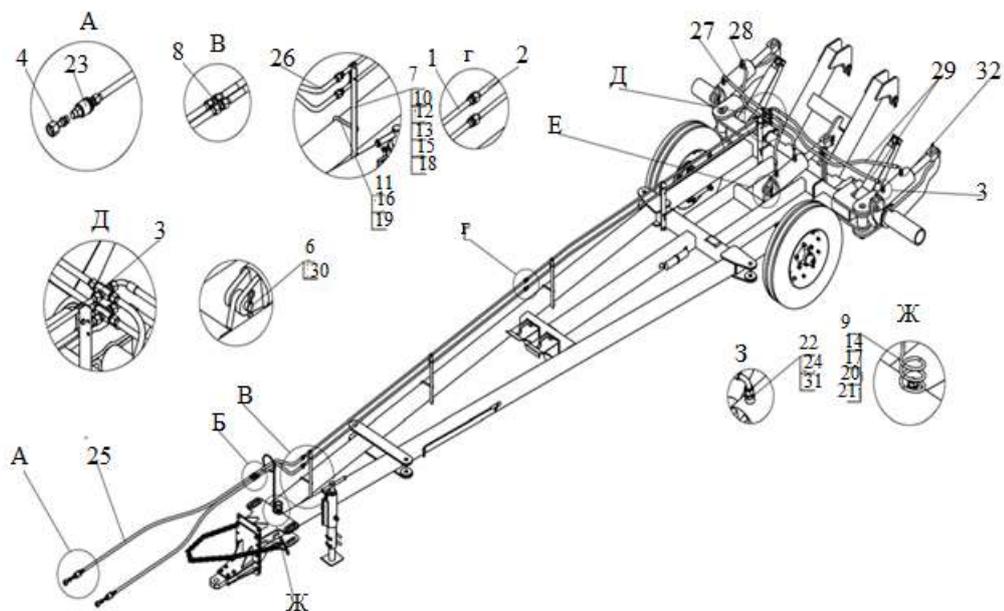
Батарея в сборе правая является рабочим органом, выполняющим основную технологическую операцию.

Батарея в сборе (рисунок 8) состоит из набора дисков 8 в количестве 9 шт. Диски набраны на оси 10. Между ними расположены шпильки 2 и упоры 3, 4, 5 и 6. Стягиваются диски гайками 11. От самопроизвольного откручивания гаек, применяются шайбы 9.



1-корпус в сборе; 2-шпилька; 3-упор выпуклый; 4-упор выпуклый; 5-упор вогнутый; 6-упор выпуклый; 7-шайба; 8-диск; 9-шайба; 10-ось; 11-гайка; 12-болт; 13-шайба

Рисунок 8 – Батарея в сборе правая



1, 2-трубопровод; 3-крестовина; 4-переходник; 6-палец; 7-держатель; 8-штуцер проходной; 9-опора; 10-планка; 11-скоба; 12-прокладка; 13-болт; 14-болт; 15-гайка; 16-гайка; 17-гайка; 18, 19, 20, 21-шайба; 22-штуцер ввертной; 23-муфта разрывная 24- кольцо; 25-РВД; 26-РВД; 27-РВД; 28-РВД; 29-РВД; 30-шплинт пружинный; 31-шайба медная; 32-гидроцилиндр

Рисунок 10 – Гидросистема

Батарея в сборе является рабочим органом, выполняющим основную технологическую операцию.

Гидросистема (рисунок 9) служит для подъема дисковых батарей в транспортное положение и опускание батарей в рабочее положение.

Подъем и заглубление дисковых батарей осуществляется путем поворота

брусьев за счет перемещения штоков гидроцилиндров под действием гидросистемы трактора.

Гидросистема луцильника состоит из трубопроводов 1 и 2, рукавов высокого давления 25, 26, 27, 28 и 29, гидроцилиндров 32.

### *Библиографический список*

1. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины / Н. И. Кленин, С. Н. Киселев, А. Г. Левшин. - М.: КолосС, 2008. - 816 с.

2. Сельскохозяйственные машины. Почвообрабатывающие машины : учебное пособие / В. Е. Бердышев [и др.]. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 292 с. Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/121288.html> (дата обращения: 15.06.2022).

3. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Квадро, 2021. — 624 с. Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/103142.html> (дата обращения: 26.01.2021).

4. Безруков А.В. Глубококорыхлитель-щелерез ГЩ-4М «ЕВРО», принятый за базовую машину / А. В. Безруков, В. Д. Липин, Т. В. Подлеснова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 21-22 марта 2024 года. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2024. – С. 773-777.

5. Липин В.Д. Механизация технологических процессов в растениеводстве : учебное пособие / В. Д. Липин.– Уссурийск : ПГСХА, 2003. – 105 с.

6. Липин В.Д. Обоснование параметров и совершенствование вертикально-дискового аппарата для высева семян сои : автореф. дис. ...канд-та техн. наук : спец. 05.20.01 / В.Д. Липин ; МИИСП им. В.П. Горячкина. - Москва, 1993. – 18 с.

7. Липин В.Д. Защита картофеля от колорадского жука : учебное пособие для вузов / В. Д. Липин, Т.В. Подлеснова. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 116 с.

8. Липин В.Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелесажалки : учебное пособие для вузов / В. Д. Липин. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 176 с.

9. Липин В.Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелеуборочные комбайны : учебное пособие для вузов / В.Д. Липин. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 188 с.

10. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самогружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений / К. П. Андреев [и др.]. – Курск : ЗАО "Университетская книга", 2018. – 149 с.

11. Андреев, К. П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К. П. Андреев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39.

12. Андреев, К. П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К. П. Андреев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1(29). – С. 10-13.

13. Совершенствование центробежных разбрасывателей для поверхностного внесения минеральных удобрений / К. П. Андреев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 54-59.

14. Starovoitova, O. A. The study of physical and mechanical parameters of the soil in the cultivation of tubers / O. A. Starovoitova, V. I. Starovoitov, A. A. Manokhina // Journal of Physics: Conference Series : International Conference on Applied Physics, Power and Material Science, Secunderabad, India, 05–06 декабря 2018 года. Vol. 1172. – Secunderabad, India: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012083.

15. Технические вопросы обеспечения органического земледелия в России / В. И. Старовойтов [и др.] // Картофелеводство : Материалы научно-практической конференции, Москва, 01–03 августа 2017 года / Под редакцией С.В. Жеворы. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха", 2017. – С. 130-133.

16. Старовойтов, В. И. Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура - вектор развития новых продуктов питания / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сборник статей по материалам III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, 20 марта 2017 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 606-614.

17. Старовойтова, О. А. Влияние ширины междурядий на температуру, влажность, плотность почвы и урожайность картофеля / О. А. Старовойтова, Н. Э. Шабанов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2016. – № 4(74). – С. 34-40.

18. Индустрия картофеля / Е. А. Симаков [и др.]. – Москва : ФГУП "Производственно-издательский комбинат ВИНТИ", 2010. – 202 с.

19. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / А. А. Симдянкин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 985-1000.

20. Физико-механические параметры почвы при выращивании картофеля на грядах / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина, С. М. Духанина // Земледелие. – 2018. – № 5. – С. 16-20.

21. Патент № 2620983 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13, G01M 17/007. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015154356 : заявл. 17.12.2015 : опубл. 30.05.2017 / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян, И. И. Чичиланов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

22. Арженовский, А. Г. Определение энергетических и топливно-экономических показателей тракторного двигателя / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 25-26.

23. Патент № 2612950 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015152717 : заявл. 08.12.2015 : опубл. 14.03.2017 / А. Г. Арженовский [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

24. Патент № 2361187 С1 Российская Федерация, МПК G01M 15/04. Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания : № 2007146150/06 : заявл. 11.12.2007 : опубл. 10.07.2009 / Н. В. Щетинин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия".

**УДК 631.356.4**

*Филюшин О.В., канд. техн. наук,  
Ушанев А.И., канд. техн. наук,  
Юмаев Д.М., канд. техн. наук, ст. преподаватель,  
Колотов А.С., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ САМОХОДНЫХ КОМБАЙНОВ**

Картофель относится к основным пищевым культурам, успешно культивируемым на территории Российской Федерации в условиях разнообразных почв и климата. Сложность в его выращивании заключается преимущественно в процессе сбора урожая, который поглощает от 35 до 60 процентов всего объема трудовых расходов. Одной из ключевых проблем механизации уборочных работ является местонахождение клубней на глубине до 25 см от поверхности почвы и их малый процент в общем объеме выкопанного материала. Для обеспечения эффективного и экономичного сбора урожая в строго определенные сроки необходимо применение современных, высокопроизводительных картофелеуборочных агрегатов. В этом контексте использование самоходных комбайнов с передним расположением ведущих

колес за рабочими элементами выступает как одно из оптимальных технических решений, направленных на повышение эффективности и качества уборочных работ.



Рисунок 1 – Двухрядный картофелеуборочный комбайн ККСШ-2, навешиваемый на самоходное шасси СШ-65 (СССР)

Комбайны данного класса не стали массовыми в сельскохозяйственной индустрии из-за необходимости использования уникального самоходного шасси, которое не применимо в других сельскохозяйственных операциях. Вдобавок, процессы сборки и разборки отдельных узлов и компонентов этих машин потребляют значительное количество времени (от 2 до 3 дней) и труда (нужно от 2 до 3 рабочих).



Рисунок 2 – Четырехрядный картофелеуборочный комбайн КСКД-4 на базе трактора МТЗ-142 (СССР)

Конструкция самоходных картофелеуборочных агрегатов, основанная на применении блок-трактора, предполагает использование данного трактора как основного источника мощности [7]. Разработанный ассортимент таких

агрегатов допускает эксплуатацию трактора для выполнения различных задач в аграрном секторе. Однако, несмотря на предполагаемую универсальность, практическое отделение трактора оказывается затруднено из-за обременительности монтажных и демонтажных работ, что снижает популярность такого подхода. В период Советского Союза этот принцип реализации нашёл отражение в конструкции 4-х рядного самоходного картофелеуборочного комбайна КСКД-4 на базе трактора МТЗ-142 (рис. 3).



Рисунок 3 – Самоходный четырехрядный картофелеуборочный комбайн КСК-4-1 (СССР)

Сельскохозяйственный комбайн оборудован управляемыми передними колесами и ведущими задними колесами, которым привод придают бортовые цепные передачи. Конструкция машины включает в себя каркас, активные винтовые загрузчики, находящиеся выше заборных пассивных лопастей, и пассивные боковые диски. Оснащение его продолжают первичные основные подъемники с активными винтовыми загрузчиками для уменьшения объема клубнеплода, вторичный подъемник, устройство для удаления ботвы, подъемный и загрузочный конвейеры, а также устройство для разделения урожая. Вес данной машины достигает 9,5 тонн, а ее двигатель обладает мощностью в 104 кВт, что позволяет достигать производительности на уровне 0,5 до 0,8 гектара в час.

В наше время, как за пределами России, так и внутри страны, наблюдается возрастающий спрос на автономные четырехрядные сельскохозяйственные комбайны. Эти машины выделяются своей впечатляющей производительностью, способностью обрабатывать более одного гектара за час, а также обеспечивать внушительный объем работы в течение сезона – до 250-350 гектаров. Кроме того, они позволяют освободить рабочее время операторов, так как один такой комбайн требует для своей работы лишь одного механизатора, в то время как для эффективной работы двух или даже четырех трейлерных двухрядных комбайнов необходимо два механизатора на каждый. Тем не менее, высокая цена этих специализированных самоходных устройств остается значительным

препятствием, причем примерно половину их стоимости составляет энергетический агрегат.

Запуск проекта по разработке инновационного четырехрядного автоматического агрегата для сбора картофеля начался в 70-е годы двадцатого столетия, благодаря сотрудничеству ВИСХОМа и Головного специализированного конструкторского бюро города Рязани, и достиг своего завершения с успешной реализацией модели копателя-погрузчика КСК-4-1 в 1981 году на производственных мощностях Рязанского завода сельскохозяйственных комбайнов.

Модель комбайна КСК-4-1 оснащена двигателем, производящим мощность в 110 кВт, что обеспечивает высокую производительность. Дополнительно он включает в себя систему УСАК-13 для автоматизированного мониторинга функционирования ключевых механизмов, повышая тем самым эффективность работы. Кроме того, предусмотрена эргономичная кабина, стандартизированная для улучшения условий труда оператора, которая эффективно защищает от негативных климатических факторов, а также снижает уровень пыли, шума и вибрации [3].

Комбайн КСК-4-1 представляет собой значительный технологический прорыв в аграрной отрасли, удваивая, а в некоторых случаях и утраивая эффективность сбора урожая по сравнению с моделями ККУ-2А и КПК-2-01, при этом обеспечивая заметное снижение потребления топлива на 50-100%. Это современное оборудование позволяет автоматизировать процесс уборки картофеля, экономя время и ресурсы благодаря минимизации численности операционного персонала – до трех операторов может быть перенаправлено на другие задачи. Тем не менее, его функциональность ограничивается из-за отсутствия встроенного бункера для временного хранения урожая и переборочного стола с рабочими местами для сортировки, что рассматривается как ключевой недостаток данной модели.

Также благополучно завершил Государственные испытания МИС самоходный четырехрядный картофелеуборочный комбайн КСК-4А-1 (рис.4)



Рисунок 4 – Самоходный четырехрядный картофелеуборочный комбайн КСК-4А-1 (СССР)

В сельскохозяйственном комбайне использован инновационный бункер-накопитель объемом 1,5 тонны вместо традиционного выгрузного транспортера. Для сортировки урожая установлен переборочный стол, оборудованный рабочими местами для работников, выполняющих сортировку. Часть комбайна, отвечающая за первоначальный прием урожая, состоит из набора опорных катков, что обеспечивает надежное перемещение, дополнена пассивными отрезными дисками и пассивными лемехами для эффективной обработки сельхозкультур без активного вмешательства. Традиционные сужающие транспортеры были заменены на шнеки-активаторы, которые более эффективны в перемещении собранного урожая внутри машины.

Такие усовершенствования [15] способствовали оптимизации работы сельскохозяйственной машины [2], повлекли за собой прирост производительности в диапазоне от 20 до 40 процентов, эффективное сокращение потребления топлива на единицу обработанной площади, а также расширили адаптацию машины для совместного использования с разнообразными видами аграрного транспорта.

Тем не менее, стоит подчеркнуть, что среди минусов специализированных картофелеуборочных агрегатов выделяется их высокая цена, причем до 40 процентов этой стоимости připадает на энергетический блок и трансмиссию, применяемые исключительно в период сбора урожая (1,5-2 месяца). Однако эти недостатки могут быть нивелированы путем использования универсального энергетического модуля как основы для агрегата, который эффективно работает на всех этапах выращивания картофеля, включая применение минеральных подкормок.



Рисунок 5 – Самоходный четырехрядный блочно-модульный картофелеуборочный комбайн БМСК-4К (Россия) во время уборки картофеля:

- 1 – передняя секция технологического модуля;
- 2 – энергетический высвобождаемый модуль ВЭМ-220;
- 3 – задняя секция технологического модуля

Для обеспечения непрерывной работы энергетического агрегата самоходной техники на протяжении всего сельскохозяйственного цикла, Компания ВИСХОМ разработала картофелеуборочный самоходный комбайн с четырьмя рядами обработки БМСК-4К (см. рисунок 5). Эта машина сконструирована с использованием двух секций отсоединяемых технологических модулей (модули 1 и 3) и одного энергетического модуля (модуль 2) ВЭМ-220.

На базе автономных картофелеуборочных машин КСК-4-1 и КСК-4А-1 был создан технологический агрегат, включающий в себя две модульные части: переднюю и заднюю. Эти части соединяются через специализированные сцепные механизмы с аналогичными разъемами на передней и задней сторонах внешнего модуля машины, как показано на рисунке 6.

Анализируя текущее состояние технологий в аграрной отрасли [1,7,8,9], можно выявить четкую тенденцию к использованию на полях для сбора картофеля самоходных уборочных машин [10,11] с высоким уровнем производительности. Эти машины оборудованы современными силовыми агрегатами, развивающими мощность от 65 до 170 кВт и выше, и оснащены гидростатическими приводами для перемещения, а также передовыми системами мониторинга и контроля над рабочим процессом [12] и функционированием всех элементов оборудования.

### ***Библиографический список***

1. Пискачев, И. А. Перевозка грузов в сельском хозяйстве / И. А. Пискачев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 175-178.

2. Современные способы повышения эффективности процесса очистки сельскохозяйственных машин / А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, К. П. Андреев, Е. Г. Кузин // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 95-99.

3. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств / Н. В. Бышов [и др.] ; МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань : РГАТУ, 2016. – 112 с.

4. Старовойтов, В. И. Инновационные грядковые технологии и технические средства для возделывания картофеля и топинамбура / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 40-42.

5. Централизованное техническое обслуживание сельскохозяйственной техники в межсезонный период / М. Б. Латышенко, А. В. Шемякин, Е. М. Астахова, Е. Ю. Шемякина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 7. – С. 16-17.

6. Старовойтов, В. И. Переработка картофеля экономически целесообразна / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова // Картофель и овощи. – 2008. – № 7. – С. 2-3.

7. Кутыраев, А. А. Классификация органов первичной и вторичной сепарации / А. А. Кутыраев, И. А. Успенский // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры, Рязань, 27 октября 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет Инженерный факультет. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 272-278.

8. Требования к транспортировке картофеля / С. Н. Борычев, И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, А. А. Кутыраев // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 422-431.

9. Основные технологии уборки картофеля и технологические схемы картофелеуборочных комбайнов / Г. К. Рембалович [и др.] // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 55-60.

10. Сепарирующие рабочие органы картофелеуборочных комбайнов / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Р. В. Безносюк, А. А. Кутыраев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-28.

11. Колотов, А. С. Новое поколение унифицированных картофелеуборочных машин / А. С. Колотов, А. И. Ушанев, А. А. Кутыраев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития, Рязань, 06 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 5-11.

12. Успенский, И. А. Тенденции развития подкапывающих органов картофелеуборочных машин / И. А. Успенский, А. С. Колотов, А. А. Кутыраев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 84-90.

13. Успенский, И. А. Исследование влияния физико-механических параметров почвы на работу машин для уборки картофеля / И. А. Успенский, А. С. Колотов, И. А. Филюшина // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая

эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 54-60.

14. Starovoitova, O. A. Effect of superabsorbing polymers on potato yield / O. A. Starovoitova, A. A. Manokhina, M. I. Pekhal'skij // IOP conference series: earth and environmental science : The conference proceedings, Barnaul, 19–20 апреля 2019 года. Vol. 395. – IOP Publishing: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012058.

15. Инновационные решения вторичной сепарации: результаты испытаний в картофелеуборочных машинах / Р. В. Безносюк [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2011. – № 4(12). – С. 34-37.

## УДК 631.4

*Коваль А.А., студент,  
Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Соколов А.А., канд. с.-х. наук,  
Утолин В.В., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ КАК ФАКТОР ПЛОДОРОДИЯ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКЕ**

Одной из важных характеристик почвы, влияющих на продуктивность сельскохозяйственных культур, является ее плотность. Чрезмерно уплотненная почва влияет на ряд факторов, тормозящих оптимальное развитие и рост растений и препятствующих получению высоких и стабильных урожаев. Очень важно знать ее величину, чтобы в дальнейшем провести ряд мероприятий по оптимизации ее величины [7].

Плотность почвы можно определить разными методами. Наиболее известными являются расчетный (через отношение массы к объему, для чего нужно правильно подготовить и высушить навеску почвы определенного объема, что не всегда удобно использовать в условиях хозяйства) и с помощью прибора – плотномера (пенетрометра). Принцип действия данного прибора основывается на определении сопротивления почвы при введении его в почвенный горизонт, используя два наконечника (один, диаметром 1,91 см для определения данного значения в мягком грунте и диаметром 1,27 см для проведения измерений в твердом грунте).

Плотность почвы – показатель, характеризующий плотность расположения частиц в ее структуре. Величина бывает разная, для легких болотных торфяных она может составлять 0,15 – 0,35 г/см<sup>3</sup>, а для тяжелых черноземов на суглинках или глине 1,3 -1,4 г/см<sup>3</sup> в подгумусовых горизонтах.

Она зависит от процентного содержания илистых включений, состояния и наличия влаги в почвенных горизонтах, растительного состава, применяемой

почвообрабатывающей техники и технологий обработки (вспашка, культивация, минимальная и нулевая обработки почвы, число проходов техники) [4].

Плотность почвы сильно меняется, особенно в ее верхних слоях. Сильнее всего на нее влияет обработка. Сразу после проведения вспашки земля наиболее рыхлая, затем она уплотняется. Далее, если нет обработки, достигается равновесная плотность почвы, это более постоянная величина, к которой грунт стремится в естественных условиях. Именно равновесную плотность нужно учитывать при обработке, т.к. она не всегда является оптимальной для выращивания той или иной культуры.

Также нужно учитывать, что применяемая техника, несмотря на использование широких шин с низким давлением, гусениц и т.п. может сильно уплотнять почву. Сухая почва выдерживает нагрузку от проезда техники до 0,5 - 0,6 кг/см<sup>2</sup> без существенных изменений в структуре. Современные тяжелые машины оказывают давление от 1,5 до 2,5 кг/см<sup>2</sup>, при этом почва может деформироваться на глубине до 1,2 метра и более. Причем данное явление имеет накопительный эффект, в результате чего через несколько лет образуется очень плотный переходный слой почвы на глубине от 15 см и ниже, куда часто не проникают рабочие органы почвообрабатывающей техники [9].

Естественно, возникают негативные последствия для растительных сообществ и микроорганизмов, проживающих почве:

Корневая система не сможет уходить вглубь почвенных горизонтов, новые корни начинают расти горизонтально. Это приводит к недобору питательных элементов из глубоких слоев (особенно это касается фосфора и калия и ряда микроэлементов).

Сильно нарушается тепловой, водный и воздушный режимы. При этом замедляются обменные процессы и реакции, ведь основным условием протекания большинства процессов – это наличие кислорода (сильного окислителя) и влаги. Кроме того, нарушаются теплообменные процессы. Уменьшается количество почвенных капилляров и пор, изменяется их проницаемость [1].

Снижается влагоемкость почвы, она становится менее проницаемой, после продолжительных дождей, на поверхности почвенного покрова образуются лужи, которые очень долго впитываются. Получается экранный эффект, в результате которого корни растений недополучают кислород, у вегетативной части растений уменьшается тургор, наблюдается подвядание, даже при условиях избытка влаги. А лишняя влага в глубине почвы не испаряется, что приводит к активному развитию анаэробных бактерий, негативно влияющих на рост и развитие. В итоге наблюдаем снижение урожайности культур до 10% и более, причем с каждым годом продуктивность будет снижаться из года в год, и образуется т.н. плужная подошва.

На плотность сильно влияет баланс гумуса почвы, увеличение его количества на 0,1% снижает плотность почвы на 0,01 г/см<sup>3</sup>. Поэтому важно здесь применять органические удобрения (навоз, компост, низинный торф).

Переуплотнение почвы и плужная подошва создают эрозионные процессы через формирование поверхностного стока на полях даже с незначительным уклоном. Особенно интенсивным он бывает на поверхности почвы без мульчи из растительных остатков в случае быстрого таяния снега или выпадения «зарядных» ливневых дождей [3].

Плужная подошва (фр. *semelle de labour*) - уплотнённый слой почвы между пахотным и подпахотным горизонтами. Обычно имеет толщину 7-12 см, в запущенных случаях – до 20 см.

Образуется в результате сочетания двух факторов:

- проведение основной обработки почвы в течение длительного времени (три года и более) на одинаковую глубину, особенно если почва влажная;
- почвенные коллоиды под действием атмосферных осадков вымываются из пахотного слоя, опускаются до уровня уплотнённого почвообрабатывающими машинами горизонта, накапливаются, закупоривая поры и превращают этот горизонт в практически водонепроницаемый.

Особенно опасно данное явление в засушливые годы, при выращивании пропашных культур и при расположении подошвы на глубине 15-17 см [8].

На почвах, подверженных уплотнению, нужно чередовать культуры с разными видами корневых систем (стержневой и мочковатой), т.е. применять научно обоснованную систему севооборотов.

Лучшим решением являются меры по предотвращению распространения плужной подошвы. С этой целью для каждого из севооборотов разрабатывают дифференцированную систему обработок почвы разных по способу и по глубине, учитывая тип корневой системы, ее реакцию на глубину обработки, количество побочной продукции, которую оставляет предшественник, и крутизну склона поля.

Для разрушения плужной подошвы используют почвоуглубители, глубокорыхлители, чередование отвальной и безотвальной обработки почвы на разную глубину [5].

Глубокорыхление – самый оптимальный агроприем, позволяющий накопить и запасти влагу в глубоких слоях почвы.

Глубокорыхление нужно проводить с осени. Весной, после таяния снегов, вода хорошо впитывается в почву. Этот прием помогает выйти в поле в оптимальные сроки. После разрушения плужной подошвы, накопленная в глубоких слоях почвы влага, расходуется растениями постепенно в течение всего вегетативного периода.

Глубокорыхлители рекомендуется использовать при любой технологии земледелия, как минимальной и нулевой, так и традиционной. При нулевой технологии, когда вспашка не производится, глубокорыхлители применяют не реже одного раза в 3-4 года.

В зависимости от типа выращиваемой культуры и образовавшейся на полях плужной подошвы, определяется глубина обработки поля глубокорыхлителями (чизелями):

- для пропашных культур (подсолнечник, кукуруза), периодически требуется обработка до 55 - 60 см;
- для зерновых и зернобобовых культур, у которых корневая система залегает неглубоко (рожь, пшеница, тритикале, ячмень, овес, соя), рыхление проводят на глубину до 40-50 см [4].

Artiglio – один из самых распространенных глубокорыхлителей в РФ. Заявленная глубина обработки почвы до 55 см. Задний каток разделяет пожнивные остатки.

Из отечественных машин интересный вариант ПЧН-4 (плуг чизельный навесной), хорошо работает на уплотненной почве, глубина обработки достигает 45 см. Дисковый чизель-культиватор Challenger Sunflower 4511-11, агрегируется с мощными тракторами (от 450 л.с.) с глубиной обработки до 55 см. Есть полный отечественный аналог КАМА ТГР с шириной захвата от 3 м до 5 м. Плуг чизельный ПЧ-5 (ООО "Алмаз"), Great Plains (на данном агрегате чизели стоят в один ряд) [4].

При выборе глубокорыхлителя рекомендуют обращать внимание на его предназначение. Если это просто чизель для разрушения плужной подошвы, которые оснащены только долотообразными лапами, то интересны такие варианты, как Terra Dig, ПЧН, Hellisem, и т.п. Если рассматривать глубокорыхлители, у которых задний ряд также проводит дополнительную обработку, то предпочтительнее Paragrubber ECO, Artiglio, SPA-2/3.

Есть мнение, что лучше выбирать глубокорыхлители второго типа, когда достаточно одного прохода агрегата Artiglio, особенно на больших площадях.

С другой стороны, рассматривать комбинированные агрегаты (колтеры-чизели и диско-чизели) не рекомендуют, если речь идет о работе на глубину более 30 см [10].

Борьба с плужной подошвой и чрезмерной плотностью почвы в качестве дополнительной меры позволяет применение сидератов с мощной стержневой корневой системой. Например, рекомендуется сеять редьку масличную и донник. Донник двулетний - главный «почвоулучшитель» из семейства бобовых. Его мощные стержневые корни – основная полезная биомасса культуры и т.н. «биологический плуг». Пробивая плужную подошву, корни уходят в почву на глубину 2 метра и более, откуда он перемещает калий и фосфор. В поживной культуре достаточно эффективна редька масличная.

Для получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур и воспроизводства плодородия почвы, важен комплексный подход с применением механических, технологических и биологических способов оптимизации физических свойств почвы, в частности ее плотности и структуры.

### *Библиографический список*

1. Анисимов, С. А. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов / С. А. Анисимов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 231-234.
2. Виноградов, Д. В. Влияние норм высева и уровня минерального питания на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // АгроЭкоИнфо. – 2014. – № 1(14). – С. 1.
3. Влияние гуминовых кислот на повышение плодородия почвы / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич, К. Д. Сазонкин, А. В. Ручкина // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 260-264.
4. Вопросы озеленения городских ландшафтов / А. А. Кунцевич [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-44.
5. Кунцевич, А. А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 91-94.
6. Новикова, Е. Е. Агробиологические основы применения удобрений / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 265-270.
7. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 291-296.
8. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.
9. Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 313-317.
10. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии:

Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.

11. Сафронова, Д. Р. Виды удобрений / Д. Р. Сафронова, С. А. Камаев, А. А. Кунцевич // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец, 24 октября 2023 года. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 87-90.

12. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 403-408.

13. Старовойтов, В. И. Топинамбур как кормовой ресурс / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2014. – № 3(63). – С. 24-26.

14. Старовойтов, В. И. Влияние сочетания высокоточного внесения минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество клубней картофеля / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Вестник ФГОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2014. – № 2(62). – С. 38-41.

15. Starovoitov, V. I. Prospects of potato growing techniques in wide rows / V. I. Starovoitov, O. A. Pavlova, N. V. Voronov // Potato production and innovative technologies / Editors: Anton J. Haverkort and Boris V. Anisimov. – Wageningen : Wageningen Academic Publishers, 2007. – P. 246-251.

16. Влияние дополнительных доз внесения минеральных удобрений на урожайность зерновых культур и эффективность производства зерна / В. В. Федоскин [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VI Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 июня 2022 года. – Рязань: ИП Колупаева Елена Владимировна, 2022. – С. 235-240.

17. Старовойтова, О. А. Влияние ширины междурядий на температуру, влажность, плотность почвы и урожайность картофеля / О. А. Старовойтова, Н. Э. Шабанов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2016. – № 4(74). – С. 34-40.

18. Физико-механические параметры почвы при выращивании картофеля на грядах / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина, С. М. Духанина // Земледелие. – 2018. – № 5. – С. 16-20.

19. Старовойтов, В. И. Влияние предпосадочной обработки почвы на урожайность картофеля / В. И. Старовойтов, Х. Н. Насибов, О. А. Старовойтова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2012. – № 2(53). – С. 47-50.

20. Патент № 2612950 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015152717 : заявл. 08.12.2015 : опубл. 14.03.2017 / А. Г. Арженовский [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет".

21. Патент № 2266527 С1 Российская Федерация, МПК G01L 3/24, G01M 15/00. Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания : № 2004122376/28 : заявл. 21.07.2004 : опубл. 20.12.2005 / Н. В. Щетинин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия".

22. Патент № 2361187 С1 Российская Федерация, МПК G01M 15/04. Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания : № 2007146150/06 : заявл. 11.12.2007 : опубл. 10.07.2009 / Н. В. Щетинин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия".

23. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженовский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1(134). – С. 46-52.

**УДК 629.07-629.3**

*Филюшин О.В., канд. техн. наук,  
Ушанев А.И., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬХОЗТЕХНИКОЙ**

Современный подход к развитию систем организации и управления в области агротехники и транспортных средств акцентируется на глубокой интеграции вычислительной и информационной технологии, целью которой является достижение максимальной эффективности использования с учетом множества влияющих факторов. Применение постоянного мониторинга за процессами позволяет настроить системы управления таким образом, чтобы

обеспечивать высокие результаты в рамках заданных рабочих параметров, отвечая на вызовы разнообразных условий эксплуатации и поддерживая оптимальную работу оборудования различного назначения и происхождения.

Автоматизация управленческих процессов для одиночных объектов или комплексных систем представляет собой сложную многоаспектную задачу. В ее рамках важно выделить ключевые этапы, которые включают определение целей, сбор и анализ данных, определение оптимальных действий для формирования управленческих инструкций и влияний, а также мониторинг и корректировка результатов в соответствии с изначальными целями.

При разработке систем автоматического управления объектами или комплексами объектов акцентируют внимание на следующих элементах:

1) Система управления является сложной мультикомпонентной схемой, содержащей множество подсистем с уникальными связями между их влияниями на элементы системы.

2) Управление подсистемами осуществляется путем использования различных методов организации процессов для достижения окончательной цели.

3) Среди различных стратегий, включающих механизмы мониторинга, выбирается оптимальное решение. В этом контексте, эффективность управления, основываясь на ее критериях, стремится к максимальному уровню или, напротив, к минимальному.

Для повышения производительности при использовании мобильной агротехники и транспортных средств эффективность управления анализируется по критериям, таким как удельное потребление энергии, быстрота выполнения работ, стабильность работы оборудования, оптимальное использование топлива при текущих рабочих условиях, уменьшение количества отходов, выбрасываемых в окружающую среду, эффективность использования потребляемой энергии и времени для ускорения машин и многому другому.

В процессе управления предприятием или проектом администрация сталкивается с определёнными барьерами, которые существенно воздействуют на подбор стратегий и методик управления. Среди этих ограничений выделяются физические законы, определяющие работу и функционирование оборудования и инфраструктуры, что является первым типом барьеров. Второй тип барьеров касается нехватки ресурсов (финансовых, временных, человеческих и материальных), которые жизненно необходимы для реализации управленческих решений. Существующие ограничения заключают состояния и возможности системы в пределах фазового пространства, создавая так называемое пространство состояний. Аналогичным образом, ограничения, наложенные на управленческие мероприятия, формируют область, в которой действия менеджмента считаются приемлемыми, обозначая её как область допустимого управления.

Интеграция электронных технологий в управленческие системы транспортных средств значительно повышает качество управления этими объектами, гарантируя максимально эффективное использование машин в

любых условиях эксплуатации.

Зарождение разработок электронных систем управления автотранспортом датируется началом 1960-х годов XX века.

На протяжении данного периода электроника претерпела колоссальные изменения, опережая все остальные направления технического прогресса. Пока транспортные средства демонстрировали умеренный прирост в скорости и производительности, эволюция в сфере электронных компонентов, таких как вычислительные мощности и эффективность обработки данных, превысила все ожидания, увеличившись на порядки. Это подчеркивает значительный вклад электроники в научно-технический прогресс.

Значительно снизились затраты на производство компонентов электроники, повысилась их ресурсоэффективность, сократился расход электроэнергии.

Современная концепция разработки систем управления мобильными транспортными и сельскохозяйственными машинами опирается на интеграцию электронных компонентов и вычислительных систем в функционал машин. Постепенно снижается скептицизм и опасения перед электронными устройствами среди инженеров и пользователей транспортной техники.

Электронные управляющие и мониторинговые модули, предназначенные для управления отдельными функциями в различных системах автомобиля, такие как топливные системы (дозирование топлива в двигатель), системы зажигания, эффективного использования энергии, мониторинга состояния двигателя и другие, производятся и распространяются в количестве многих миллионов единиц.

В процессе интеграции современных электронных компонентов и систем мониторинга в архитектуру контрольных систем транспортных средств возникают значительные препятствия. Основным образом, основные усилия направлены на повышение надежности управления в целом, прежде всего за счет улучшения качества компонентов, таких как сенсоры и актуаторы, поскольку на эти элементы приходится большинство сбоев.

Электронные компоненты [13,14] контрольно-управляющих систем требуют применения высоконадежных базовых элементов, стабильно функционирующих в экстремальных температурных условиях от  $-60$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ , способных выдерживать ударные нагрузки до  $50\text{g}$  и различные виды внешних воздействий.

Интеграция электроники в управляющие системы автомобилей усиливает критерии качества для бортовых источников питания, требуя стабильности их функционирования в рамках установленных норм.

Формирование задач оптимального регулирования для сельскохозяйственной и транспортной техники включает в себя разработку и математическую концептуализацию целей регулирования, основанных на критериях эффективности управления (показателях оптимальности), построение математической модели техники, определение всех типов ограничений для состояний, управляющих действий и параметров на выходе,

оценку характеристик техники [10,11] с точки зрения её управляемости, наблюдаемости и чувствительности к внешним возмущениям, и подбор стратегии для создания оптимальной схемы управления.

В роли ключевого элемента систем управления и мониторинга объектов используется процессорная единица, которая функционирует в тесной интеграции с датчиками или альтернативными релевантными интерфейсами. Эта центральная обрабатывающая единица также синхронизирована с устройствами для визуализации данных, такими как экраны, планшеты или дисплеи, обеспечивая бесперебойное отображение информации.

В наше время как альтернатива традиционному подходу к управлению мобильным аграрным и транспортным парком [5] все большее распространение находит принцип распределенного или децентрализованного контроля. Эта методика предусматривает использование специализированных или адаптивных к условиям эксплуатации автономных (терминальных) управляющих и мониторинговых модулей, работающих в реальном времени и обладающих возможностями искусственного интеллекта для управления отдельными подсистемами.

Математическое и программное оснащение для контроля и руководства мобильными агро- и транспортными средствами включает в себя комплекс специализированных алгоритмов и соответствующих программ управления и мониторинга. Это обеспечивает надежную работу всех подсистем техники, учитывая при этом оптимизацию управленческих процессов с целью минимизации затрат энергии, повышения уровня безопасности [7], соблюдение экологических норм, улучшение эргономики и других важных параметров в зависимости от текущих эксплуатационных обстоятельств.

Контрольные мероприятия качества работы аппаратуры управленческих подсистем должны охватывать анализ производительности, проверку надежности, оценку технологических возможностей, измерение энергетической эффективности и прочее.

Указанные критерии для эффективности систем контроля [8] в области мобильного агропромышленного и транспортного оборудования способствуют полному автоматизированному управлению и мониторингу всех взаимосвязанных функций объекта управления, требуя включения в конструкцию машины технологий для интеллектуальной [2] поддержки и обмена информацией с оператором.

В современных условиях становится, очевидно, что разработка эффективных и надежных систем управления, способных к быстрой адаптации к сложившимся и переменчивым эксплуатационным условиям в агротехническом и транспортном оборудовании, требует внедрения расширенного комплекса искусственного интеллекта [1] с применением электронных управляющих систем.

### *Библиографический список*

1. Обзор автомобильных интеллектуальных систем / В. В. Терентьев [и др.] // Совершенствование конструкций и эксплуатации техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 95-летию заслуженного деятеля науки и техники РФ, академика РАТ, доктора технических наук, профессора Н.Н. Колчина, Рязань, 27 мая 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 148-153.
2. Основные направления транспортной доступности в городах / А. В. Шемякин [и др.] // Транспортное дело России. – 2019. – № 4. – С. 111-113.
3. Determining the inequality of solid mineral fertilizers application / K. P. Andreev [et al.] // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2018. – Vol. 10, No. 10 Special Issue. – P. 2112-2122.
4. Старовойтов, В. И. Расширить рамки реализации национального проекта "Развитие АПК" / В. И. Старовойтов // Картофель и овощи. – 2007. – № 4. – С. 12-14.
5. Старовойтов, В. И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе "поле-потребитель" : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Старовойтов Виктор Иванович. – Москва, 1995. – 37 с.
6. Выращивание миниклубней картофеля и топинамбура в условиях водно-воздушной культуры с использованием искусственного освещения / О. С. Хутинаев [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 4(86). – С. 7-14.
7. Мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения / В. В. Терентьев, В. А. Киселев, К. П. Андреев, А. В. Шемякин // Транспортное дело России. – 2018. – № 3. – С. 133-136.
8. Андреев, К. П. Проведение мероприятий для повышения качества обслуживания пассажиров / К. П. Андреев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых- 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 09–10 ноября 2017 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 4. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2017. – С. 33-35.
9. Пути повышения пищевой ценности картофеля / В. И. Старовойтов [и др.] // Агротехнологии XXI века : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию основания Пермской ГСХА и 150-летию со дня рождения академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, 11–13 ноября 2015 года / Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова. Том Часть 4. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2015. – С. 48-53.

10. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин / Н. В. Бышов [и др.] ; МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань : РГАТУ, 2016. – 102 с.

11. Изменение состояния сельскохозяйственной техники в период хранения / А. В. Шемякин, В. Н. Володин, Е. Ю. Шемякина, К. П. Андреев // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2008. – С. 356-358.

12. Морозова, Н. М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов / Н. М. Морозова, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 24–26 января 2013 года. Том Часть I. – Санкт-Петербург: ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2013. – С. 355-358.

13. Старовойтов, В. И. Влияние сочетания высокоточного внесения минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество клубней картофеля / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Вестник ФГОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2014. – № 2(62). – С. 38-41.

14. Starovoitov, V. I. Prospects of potato growing techniques in wide rows / V. I. Starovoitov, O. A. Pavlova, N. V. Voronov // Potato production and innovative technologies / Editors:Anton J. Haverkort and Boris V. Anisimov. – Wageningen : Wageningen Academic Publishers, 2007. – P. 246-251.

15. Qualitative assessment of passenger service / N. Anikin [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Voronezh, 10–13 декабря 2019 года. – Voronezh, 2020. – P. 012094.

**УДК 631.316.44**

*Липин В.Д., канд. техн. наук,  
Подлеснова Т.В., магистр,  
Безруков А.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

В царской аграрной России, в которой было более 70% сельского населения, при возделывании картофеля проводили вспашку почвы сохой.

Самый совершенный рабочий орган – это рука человека. Человек разработал и изготовил соху, которой облегчил свою работу, например, при возделывании и уборке картофеля.

Соха – это пахотное орудие с широкой рабочей частью из дерева, оснащенной двумя железными сошниками и железной лопаткой-палицей и соединенной в верхней части с оглоблями, в которые запрягали лошадь (рисунок 1). Путем поворота лопатки-палицы подрезанный пласт переворачивался в правую или левую сторону.

Соха требовала при пахоте меньшего тягового усилия лошади, но больших физических усилий и мастерства от пахаря.



Рисунок 1 – Соха с перекладной полицей

Кроме того, нужна была лошадка, которая была приучена идти вдоль борозды и перемещать соху. Тяжелый труд.

Для того чтобы облегчить свой труд, человек разработал и изготовил конный плуг. Конный плуг уже опирался на два колеса (рисунок 2).

Корпус крепится к раме плуга или стальной балке, называемой крядилем. Грядиль двумя цепями соединяется с передком. На большой (правой) полуоси передка установлено бороздное колесо, а на малой (левой) полуоси — полевое колесо, меньшего размера. На большой полуоси устанавливается рамка с подушкой для опоры грядиля.



Рисунок 2 – Конный плуг

При возделывании и уборке картофеля на своем участке пахарь сохой проводил вспашку, нарезку борозд для посадки картофеля, окучивание и подкапывание клубненосного гребня, а также другие виды необходимых работ при возделывании сельскохозяйственных культур. При этом соха использовалась много лет, а лошадка в течение всего календарного года. Тяжелый труд. Да, картофель, подкопанный сохой, собирался вручную. Семьи были большие, даже послевоенные годы, и детей нужно было накормить. Однако картофель убирался со всей площади, а себестоимость возделывания и уборки картофеля была низкой.

Однако развивалась автотракторная и сельскохозяйственная техника. С 1924 по 1932 годы завод «Красный Путиловец» выпустил около 42 тыс. тракторов «Фордзон-Путиловец». С 1933 -1937 годы на Челябинском тракторном заводе выпускался трактор С-60 «Сталинец». С 1949 -1979 годы Сталинградский, Харьковский, Алтайский тракторные заводы выпускали трактор ДТ-54. Всего было выпущено около 960 тыс. тракторов.

С трактором ДТ-54 агрегатировался плуг П-5-35 «Труженник-У (М.Г.) В конце 1949 года (ноябрь) на Сталинградском и Харьковском тракторных заводах был осуществлен переход на выпуск трактора ДТ-54 оснащенного дизельным двигателем мощностью 54 л. с.

На освоении целины использовались агрегаты в составе трактора С-80 (100) и 2-х плугов П-5-35 «Труженник – У» (рисунок 3). По производительности пахотный агрегат не уступал агрегатам с современными энергонасыщенными тракторами.



Рисунок 3 – Плуг П-5-35 «Труженник-У», г. Чита

Плуг П-5-35 «Труженник-У» агрегатировался с тракторами ДТ-54, Т-74, ДТ-75, Т-4, С-80 (100), ширина захвата 1,75 м, глубина пахоты до 27 см, производительность 0,7 га/ч. Годы производства плугов 1938-1956 годы.

Все 1980 годы инженерно-технических работников, особенно главного инженера хозяйства, наказывали штрафами за не сданный металлолом. Черный металлолом от списанной техники и не только списанной называли железным лесом. Цветной лом – латунь, бронза, алюминий – не представлял большой ценности. Государство боролось с частниками, так как все было государственное. Цены на энергоносители были не просто низкие, а смехотворно низкие. Была затратная экономика.

Развивалось производство тракторов, а также разрабатывались и совершенствовались рабочие органы сельскохозяйственных машин.

Фронтальные плуги разрабатывались в МИИСПе им. В.П. Горячкина заведующим лабораторией ОНИЛ -9 Лобачевским Я. П. под руководством заведующего кафедрой В.А. Сакуна [4]. За фронтальными плугами будущее, так как плуги способны не только подрезать и раскрошить почвенный пласт, а также перевернуть пласт на  $180^\circ$  и уложить в собственную борозду, то есть проводят гладкую вспашку.

В музее Московского института инженеров сельскохозяйственного производства имени В.П. Горячкина насчитывается более 360 корпусов для плугов [3]. Это говорит о том, что при проведении основной обработки почвы необходимо учитывать почвенно-климатические зоны возделывания сельскохозяйственных культур, водную и ветровую эрозии [4]. Однако от Бреста и до Калининграда вспашку проводят плугами общего назначения, например, плугом ПЛН-3-35. Хотя можно использовать оборотные, чизельные, глубокорыхлители и фронтальные плуги.



Рисунок 4 – Пахота сохой на лошади

Совершенствуются почвообрабатывающие машины, но можно еще найти в селе человека, который проводит вспашку приусадебного участка сохой, в которую запряжена лошадка [5].

### *Библиографический список*

1. СССР – страна крупного социалистического сельскохозяйственного производства. Часть 1. Страна Советов за 50 лет (Сборник статистических материалов). – Москва: «Статистика». 1967. – 342 с.
2. Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина на рубеже веков. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2000. - 140с.
3. Липин, В.Д. Механизация технологических процессов в растениеводстве / В.Д. Липин // ПГСХА. – Уссурийск, 2003. – С. 4-8.
4. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 350-353.
5. Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 12 ноября 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 205-209.
6. Повышение транспортной доступности городов / О. А. Тетерина [и др.] // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 518-522.
7. Старовойтов, В. И. Развитие массового возделывания топинамбура – предпосылки для улучшения экологии / В. И. Старовойтов, Н. В. Воронов, О. А. Старовойтова // Международный агроэкологический форум : Материалы Международного агроэкологического форума: в 3-х томах, Санкт-Петербург, 21–23 мая 2013 года / Международный Научный комитет. Том 2. – Санкт-Петербург: Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук, 2013. – С. 135-141.
8. Агрегат для высева семян в биоконтейнерах / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина, В. А. Макаров // Сельский механизатор. – 2011. – № 9. – С. 10-11.

9. Старовойтов, В. И. Расширить рамки реализации национального проекта "Развитие АПК / В. И. Старовойтов // Картофель и овощи. – 2007. – № 4. – С. 12-14.

10. Старовойтов, В. И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе "поле-потребитель" : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Старовойтов Виктор Иванович. – Москва, 1995. – 37 с.

11. Выращивание миниклубней картофеля и топинамбура в условиях водно-воздушной культуры с использованием искусственного освещения / О. С. Хутинаев [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 4(86). – С. 7-14.

12. Механизация уборки и хранения клубнеплодов / О. А. Старовойтова [и др.]. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2018. – 102 с.

13. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самогружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений / К. П. Андреев [и др.]. – Курск : ЗАО "Университетская книга", 2018. – 149 с.

14. Андреев, К. П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К. П. Андреев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39.

15. Андреев, К. П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К. П. Андреев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 1(29). – С. 10-13.

16. Старовойтова, О. А. Особенности хранения топинамбура / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 3(85). – С. 7-12.

17. Терентьев, В. В. Повышение эффективности системы "ЭРА-ГЛОНАСС" / В. В. Терентьев, К. П. Андреев, А. В. Шемякин // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 5(13). – С. 86-91.

18. Towards Blockchain-Based Robonomics: Autonomous Agents Behavior Validation / K. Danilov, R. Rezin, I. Afanasyev, A. Kolotov // 9th International Conference on Intelligent Systems 2018: Theory, Research and Innovation in Applications, IS 2018 - Proceedings : 9, Theory, Research and Innovation in Applications, Funchal - Madeira, 25–27 сентября 2018 года. – Funchal - Madeira, 2018. – P. 222-227.

19. Колотов, А. С. Обоснование параметров почвозацепов дисков комбинированных подкапывающих органов картофелеуборочных машин : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского

хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Колотов Антон Сергеевич. – Рязань, 2015. – 22 с.

20. Юхин, И. А. Западно-европейские картофелеуборочные комбайны / И. А. Юхин, А. С. Колотов, А. И. Ушанев // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 209-215.

21. Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике / А. А. Уткин, Г. Д. Кокорев, А. А. Голиков, А. С. Колотов // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года / Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 368-371.

22. Проблемы и технические решения использования высокопроизводительной сельскохозяйственной техники / А. С. Колотов, А. И. Ушанев, М. А. Липатова, А. А. Кутыраев // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 83-91.

23. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженовский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1(134). – С. 46-52.

24. Evaluation of Technical Characteristics and Agrotechnical Performance Indicators of Seeders of Various Assembling / A. Nesmiyan [et al.] // XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021" : Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. Vol. 246. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 88-101.

## **ОБЗОР КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ**

В агропромышленности применяются высокотехнологичные процессы сбора урожая, в том числе использование передовых картофелеуборочных комбайнов. Эти агрегаты, оснащенные инновационными бесступенчатыми приводами в системах сепарации, способны эффективно адаптироваться к разнообразным агрономическим условиям. Технологии бесперебойного регулирования скорости обработки позволяют им осуществлять высокоэффективное отделение картофеля от земли, увеличивая качество сортировки и минимизируя потери урожая.

Картофелеуборочные комбайны выделяются многозадачностью благодаря различным методам выгрузки урожая, усиливая их универсальность в инвентаре сельскохозяйственного производителя. Отдельные экземпляры комплектуются бункерами для беспрепятственной выгрузки картофеля в движении непосредственно в сопровождающий транспорт. В то же время, другие конструкции предусматривают механизм перекидывания бункера из состояния покоя, облегчая тем самым транспортировку клубней прямоком в кузов грузовика, что представляет собой большое преимущество при выполнении задач масштабного характера.

Следовательно, благодаря прогрессу в разработке агротехнических инноваций, картофелеуборочные машины эволюционировали в направлении увеличения их подвижности, способности адаптации к различным условиям и многофункциональности. Это, в свою очередь, значительно улучшило процесс сбора картофеля и его транспортировку, сократив при этом затраты рабочего времени и уменьшив финансовые потери сельскохозяйственных производителей.

В области агропромышленного производства, особенно при засушливой погоде, критически важно применять оборудование, способное адаптироваться к экстремальным климатическим условиям. В Англии, где аграрный сектор играет важную роль в экономике страны, процесс сбора картофеля требует особого подхода, включая использование разнообразного технологического оборудования. На полях Англии присутствует широкий спектр устройств для уборки урожая от простых до самых современных сельскохозяйственных машин.

Каждое транспортное средство аграрного назначения отличается уникальными техническими особенностями, что является результатом конкуренции между различными изготовителями, нацеленными на удовлетворение многогранных требований агропромышленного сектора. Такое

многообразие обеспечивает возможность для каждого агрария выбрать аппаратуру, которая оптимально соответствует характеристикам их владений и культур, подлежащих выращиванию.

В современной агротехнической индустрии наблюдается стремление к проектированию и изготовлению многоцелевого аграрного оборудования, которое может эффективно выполнять множество операций на полях. Ведущие производственные компании, включая британские, активно трудятся над созданием универсальных аппаратов, имеющих возможность быстрой перенастройки для работы с различными агрокультурами. Примером инновационного подхода в этой области служит комбайн "Рансомес", представляющий собой пример высокой адаптивности и многофункциональности в сельскохозяйственном машиностроении. Этот универсальный комбайн рассчитан на уборку широкого перечня урожая, в том числе картофеля, моркови, луковиц, свеклы и других типов корнеплодных культур.

Британские инженеры, прославившиеся своим вкладом в развитие инженерии и инновационных решений, разработали серию агротехнического оборудования, предусматривающего различные конфигурации. Этот подход позволяет адаптироваться к уникальным требованиям в сельскохозяйственной отрасли, гарантируя высокую производительность и комфорт в использовании.

В соответствии с требованиями агрохозяйства, товары могут быть направлены посредством выгрузочного конвейера непосредственно в сопутствующий транспорт,двигающийся параллельно во время функционирования аппарата.

К тому же, можно накапливать сельскохозяйственную продукцию в вместительных хранилищах.

Ключевым элементом в современном сельскохозяйственном производстве является внедрение систем автоматизации управления, которые значительно упрощают задачи оператора. Благодаря этим системам, оператор способен управлять всеми операциями прямо из комфортной кабины трактора, не теряя в эффективности. Возможности таких систем включают, но не ограничиваются, автоматической регулировкой скорости движения, точной настройкой положения рабочих агрегатов, управлением загрузочно-выгрузочными механизмами и запуском\* процедуры разгрузки. Все эти функции могут быть активированы простым нажатием кнопки.

Советуется интегрировать в агрегаты для уборки сельскохозяйственных культур роторные шредеры и передвижные фильтрационные агрегаты высокой эффективности, которые без проблем адаптируются под использование с колесными агротракторами.

Полунавесные элеваторные комбайны, созданные инженерами компании "Рансомес Симс Зифферилс ЛТД", являются вершиной технологического прогресса и гибкости проектирования. Предлагаясь в двух модификациях, эти агротехнические машины обеспечивают аграриям возможность подбора

оборудования, идеально подходящего под специфику их хозяйственной деятельности, включая обработку как однорядных, так и двухрядных посевов.

Конструкция данных сельскохозяйственных машин включает элементы, такие как плоскополюй плуг, который обеспечивает высокую эффективность обработки почвы, позволяя легко разрезать и переворачивать верхний слой земли. Дополнительно установленные два диска с ножами по бокам идеально подходят для выполнения точных срезов краев борозд. Каркас комбайна призван гарантировать необходимую устойчивость и возможность длительной эксплуатации, а пара штанговых подъемников обеспечивает быстрое и бережное перемещение собранного урожая.

Для передачи энергии к указанному агрегату применимы две методики: вариант подключения к ВОМ (вал отбора мощности) трактора, который заимствует энергию непосредственно от двигателя аграрной техники, либо использование отдельного ДВС (двигателя внутреннего сгорания) с ограниченным выходом мощности, что гарантирует самостоятельность и перемещаемость устройства.

Прогрессивные методы в агротехническом оборудовании предоставляют аграриям по всей планете возможности для развития и расширения. В этот направленный процесс внимательно интегрировался вклад компании "Рут Харвестер ЛТД", создав "Уитсед Пакемахер" - многофункциональное устройство, спроектированное для выполнения широкого спектра задач в сельском хозяйстве. Внутренняя приспособляемость устройства к различным условиям эксплуатации дает фермерам гибкость в применении, позволяя легко интегрировать новые модули для реализации конкретных агротехнических процедур. Это обеспечивает его высокую ценность как инструмента улучшения эффективности работы на полях.

Эта инновация позволяет настраивать агротехнику "Уитсед Пакемахер" в соответствии с уникальными климатическими особенностями и составом почв, тем самым значительно увеличивая её эффективность на разнообразных аграрных предприятиях. Такое свойство делает аппарат не только многофункциональным, но и востребованным как на национальном, так и на международном уровнях среди сельскохозяйственных производителей.

В рамках текущих трансформаций, нации Западной Европы проявляют переосмысление стратегий в сельскохозяйственной сфере, уходя от применения классических методов сбора картофеля [8,9] с использованием обычных сельскохозяйственных комбайнов, оборудованных сортировочными устройствами и выполнявшие функции уборочно-погрузочных машин. Этот процесс способствовал принятию инновационных технологий и оборудования, включая "Whitsed Packmaker", что является значительным прогрессом в области аграрного сектора.

В финальном анализе, эффективное и универсальное оборудование от компании "Рут Харвестер ЛТД" уже доказало свою значимость в улучшении производственных показателей и сокращении трудовых ресурсов на сельскохозяйственных предприятиях. Возрастающая заинтересованность в

прогрессивных агротехнологиях и непрерывное пополнение линейки целенаправленных агрегатов свидетельствуют о перспективах прогресса и инноваций в аграрном секторе в обозримом будущем.

В агропромышленном секторе наблюдается активное внедрение инновационных технических решений, направленных на минимизацию издержек и увеличение производственной эффективности. В авангарде этого движения располагаются современные агротехнологические машины, которые за счёт своего прогрессивного функционала значительно ускоряют аграрные работы. Заметным достижением является инновация в разработке уборочной техники – создание комбайна с полуприцепной системой. Это оборудование революционизировало методы сбора урожая, давая возможность одновременно обрабатывать две строки посевов, что резко увеличивает производительность работы на полях.

Этот сельскохозяйственный комбайн с прицепной конструкцией является плодом инновационных инженерных разработок, целью которых было повышение производительности сельскохозяйственных работ и уменьшение временных затрат на обработку поля. Он способен обрабатывать в два раза больше территории, при этом гарантируя высокую эффективность за счет применения передовой системы катков. Эта технология катков позволяет им адаптироваться к различным рельефам почвы, обеспечивая тем самым надежное положение комбайна и однородность сбора урожая без потерь во время уборочных работ.

Существенное повышение продуктивности в аграрном секторе [1,2,3] благодаря инновационным решениям акцентирует внимание не столько на традиционной механизации, сколько на прогрессивной автоматизации, обогащенной элементами искусственного интеллекта. Применение современных сельскохозяйственных машин [12,13,14] с функцией автономного управления обеспечивает сокращение затрат на рабочую силу и делает агропромышленные предприятия более конкурентоспособными на международных рынках. Это открывает перед отраслью новые перспективы, в том числе по направлению к экологически устойчивым методам ведения хозяйства и повышению качества рабочей среды для аграриев, способствуя тем самым общему развитию сектора агротехнологий [5].

Инновационные подходы в агротехнике значительно способствуют прогрессу сельскохозяйственного производства, особенно в аспектах увеличения продуктивности и улучшения качества урожая. Среди различных технологий особо выделяются комплексные многосекционные плуги, которые являются ключевым оборудованием для эффективной подготовки почвы к посеву. Эти усовершенствованные агрегаты интегрируются с вспомогательными агроинструментами, включая ролики и диски, формируя синхронизированную систему обработки почвы.

Этот метод позволяет аккуратно обрабатывать землю [15,16,17], тем самым минимизируя вероятность её ущерба и сохраняя её способность к высокому урожаю. Использование многосекционных плугов гарантирует

равномерное возделывание почвы, критически важное для равномерного рассеивания семян и удобрений, что ведет к согласованному росту и зрелости культур. Это облегчает и ускоряет сбор урожая [10,11], одновременно сокращая возможные потери.

### *Библиографический список*

1. Старовойтов, В. И. Расширить рамки реализации национального проекта "Развитие АПК / В. И. Старовойтов // Картофель и овощи. – 2007. – № 4. – С. 12-14.

2. Старовойтов, В. И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе "поле-потребитель" : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Старовойтов Виктор Иванович. – Москва, 1995. – 37 с.

3. Выращивание миниклубней картофеля и топинамбура в условиях водно-воздушной культуры с использованием искусственного освещения / О. С. Хутинаев [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 4(86). – С. 7-14.

4. Развитие машинных технологий производства картофеля в России / С. С. Туболев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 7. – С. 28-31.

5. Техническая эксплуатация автотранспорта в АПК на современном уровне / И. А. Успенский [и др.] // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов ЦФО, Рязань, 07–08 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Совет молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева Совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 165-168.

6. Расчёт и моделирование параметров индуктора электрического аппарата с несогласованной подвижной частью / Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 4(60). – С. 350-369.

7. Исследование влияния параметров рабочих тел индуктора на коэффициент мощности / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Г. А. Борисов, Н. В. Лимаренко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3(55). – С. 360-369.

8. Оптический полевой мониторинг в оригинальном картофелеводстве / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, В. И. Балабанов, А. А. Манохина // Наука в центральной России. – 2019. – № 6(42). – С. 91-99.

9. Towards Blockchain-Based Robonomics: Autonomous Agents Behavior Validation / K. Danilov, R. Rezin, I. Afanasyev, A. Kolotov // 9th International Conference on Intelligent Systems 2018: Theory, Research and Innovation in Applications, IS 2018 - Proceedings : 9, Theory, Research and Innovation in Applications, Funchal - Madeira, 25–27 сентября 2018 года. – Funchal - Madeira, 2018. – P. 222-227.

10. Основные технологии уборки картофеля и технологические схемы картофелеуборочных комбайнов / Г. К. Рембалович [и др.] // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 55-60.

11. Требования к транспортировке картофеля / С. Н. Борычев, И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, А. А. Кутыраев // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 422-431.

12. Кутыраев, А. А. Классификация органов первичной и вторичной сепарации / А. А. Кутыраев, И. А. Успенский // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры, Рязань, 27 октября 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет Инженерный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 272-278.

13. Проблемы и технические решения использования высокопроизводительной сельскохозяйственной техники / А. С. Колотов, А. И. Ушанев, М. А. Липатова, А. А. Кутыраев // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 83-91.

14. Сепарирующие рабочие органы картофелеуборочных комбайнов / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Р. В. Безносок, А. А. Кутыраев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 21-28.

15. Патент на полезную модель № 68847 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от ботвы : № 2007122130/22 : заявл. 13.06.2007 : опубл. 10.12.2007 / С. В. Колупаев [и др.] ;

заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева.

16. Лабораторно-полевые испытания экспериментального копателя с модернизированным подкапывающим рабочим органом / А. С. Колотов, И. А. Успенский, И. А. Юхин, И. Н. Кирюшин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 433-442.

17. Успенский, И. А. Обзор современных конструкций подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин и анализ перспективных направлений их развития / И. А. Успенский, И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития : Международная научно-практическая конференция, Рязань, 15 мая 2013 года. – Рязань: РГАТУ, 2013. – С. 213-216.

## УДК 634.51

*Липин М.Д., магистр,  
Подлеснова Т.В., магистр,  
Липин В.Д., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### РАСКАЛЫВАНИЕ СКОРЛУПЫ ГРЕЦКОГО ОРЕХА

Орехи обладают высокой калорийностью. Содержат полиненасыщенные жиры и растительные белки, благодаря которым от небольшой горсти орехов быстро приходит чувство сытости.

По питательным свойствам орехи сравнимы с мясом или яйцами. Кроме этого в них содержится множество необходимых человеку витаминов, микроэлементов. Учитывая высокую калорийность, все-таки потребление орехов должно быть умеренным, а именно, до двух раз в неделю и небольшими порциями. В таблице 1 представлена калорийность и пищевая ценность орехов [1].

Таблица 1 – Калорийность и пищевая ценность орехов (в 100 г. продукта)

Название ореха	Содержание калорий	Пищевая ценность			
		Белки	Жиры	Углеводы	Клетчатка
Кедровые орешки	673	13,7	68,4	13	3,7
Бразильский орех	655	14,3	66,4	4,8	7,5
Грецкий орех	654,5	15,2	65,2	13,7	6,7
Миндаль	645	18,6	53,7	13	7
Фундук	628	15	61,5	9,4	6
Арахис	567,4	25,8	49,3	16	8,5
Фисташки	562	20,2	45,3	27,2	10,6
Кешью	553	18,5	48,5	22,5	2

Кедровый орех считается самым ценным и полезным. Не менее ценным продуктом является и масло холодного отжима. Однако кедровый орех (правильное название корейская сосна) успешно растет в Приморском, Хабаровском и Красноярском краях, а также Иркутской, Читинской, Омской, Томской и Новосибирской областях.

Для Центральной части России, а также Рязанской области интерес представляет фундук и грецкий орех, которые успешно растут на дачных и приусадебных участках. Однако местный грецкий орех отличается твердой скорлупой.

Фундук укрепляет иммунную систему и стимулирует рост тканей. Рекомендуется кушать фундук кормящим мамам, так как он усиливает выработку грудного молока и является отличным средством против рака молочной железы и яичников.

В грецком орехе содержатся магний и Омега-3, стимулирующие кровоснабжение и работу головного мозга. Грецкий орех позволяет легче справляться с умственными нагрузками, улучшить память и работу сердца. Грецкий орех тормозит рост раковых клеток.

В Рязанском государственном агротехнологическом университет имени П.А. Костычева разработаны устройства, на которые получены патенты на изобретения и полезные модели [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Раскалывание скорлупы ореха осуществляется путем сжатия ореха, то есть путем внешнего воздействия на скорлупу ореха.

Устройства разрабатывались для раскалывания скорлупы и очистки ядра ореха для переработки больших партий ореха. Необходимо рассмотреть способы и устройства для раскалывания скорлупы грецкого ореха в домашних условиях.

Грецкие орехи с твердой и плотной скорлупой следует помыть в проточной воде. В посуду, например, кастрюлю налить воды и поставить на плиту. Когда вода закипит, грецкие орехи засыпать в воду (рисунок 1).



Рисунок 1 – Орехи в кипящей воде

Выкладывают орехи в кипящую воду и периодически помешивают их, чтобы скорлупа равномерно прогревалась. Следует варить орехи примерно 5... 8 минут. Дольше варить не стоит, потому что скорлупа не станет мягче, а орехи

могут стать влажными внутри. Некоторые из них могут даже немного провариться, что может испортить вкус и снизить количество полезных веществ.

Спустя время достаём орехи из воды и выкладываем в дуршлаг, сито или другую посуду. Даём орехам остыть до температуры, которая будет комфортная для рук.

Берём два ореха в руку и слегка сжимаем их вместе, после чего скорлупа легко трескается (рисунок 2 и 3). Это не случайно, ведь после кипячения в воде скорлупа становится достаточно мягкой, можно сказать, хрупкой. Поэтому не нужно прилагать много усилий — она трескается без проблем, что делает процесс чистки быстрым и простым.

Внутри орехи останутся сухими, если их не держать в кипящей воде длительное время. Однако если изначально скорлупа орехов была повреждена, то могут попадаться и немного влажные орехи, хотя варёными они не будут. Многое зависит от качества орехов.



Рисунок 2 – Прогретые орехи в ладони



Рисунок 3 – Скорлупа ореха раскололась при сдавливании рукой

Скорлупу грецкого ореха можно размягчить не только в кипятке, но и с помощью высокой температуры. Для этого нужно тщательно просушить орехи, высыпать их на противень и отправить в разогретую до 200° духовку на 10-15 минут. После этого орехи достать, дать им остыть, и можно чистить по тому же принципу, как после кипячения [10].

Самый простой способ и без особых ухищрений. Кончик ножа или плоской отвертки просунуть с тупой стороны ореха, где две половинки скорлупы соединяются, и прокрутить (рисунок 4).



Рисунок 4 – Раскалывание скорлупы ореха кончиком ножа

Но при таком способе скорлупа раскалывается пополам и далее нужно будет при помощи ножа выковыривать ядрышко, чаще всего тоже расколотое пополам.

При нагревании скорлупы ореха возможны потери ценных элементов, хотя не значительно.

Но даже этого можно избежать. Следует положить в пакет нужное количество орехов и положить все в морозилку на пол часика или в зависимости от того, как быстро подмерзнет скорлупа. Ядро замерзнуть не успеет, хотя тоже будет холодным. Замерзшая скорлупа легко раскалывается молотком. Следует постучать со всех сторон ореха и ядро можно достать целым, отделив пассатижами по трещинкам всю скорлупу [10].

### ***Библиографический список***

1. Патент № 185129 Российская Федерация, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха : № 2018116467 : заявл. 03.05.2018 : опубл. 22.11.2018 Бюл. № 33 / Н. В. Бышов, А.В. Безруков, В. Д. Липин [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

2. Патент № 164601 Российская Федерация, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха : № 2016113787/13 : заявл. 11.04.2016 : опубл. 10.09.2016 / Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

3. Патент № 2589799 Российская Федерация, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха : № 2015107109/13 : заявл. 02.03.2015 : опубл. 10.07.2016 Бюл. № 19 / Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

4. Патент № 152535 Российская Федерация, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха : № 2015104402/13 : заявл. 10.02.2015 : опубл. 10.06.2015 Бюл. № 16 / Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

5. Патент № 131282 Российская Федерация, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха : № 2013114628/13 : заявл. 01.04.2013 : опубл. 20.08.2013 Бюл. № 23 / Н. В. Бышов, И.Б. Тришкин, Т.В. Липина, В. Д. Липин ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

6. Патент № 130205 Российская Федерация, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы ореха : № 2013107045/13 : заявл. 18.02.2013 : опубл. 20.07.2013 Бюл. № 20 / Н. В. Бышов и др. ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

7. Патент № 2463927 Российская Федерация, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания ореха : № 2011112233/13 : заявл. 30.03.2011 : опубл. 20.10.2012 Бюл. № 29 / Н. В. Бышов, И.Б. Тришкин, В. Д. Липин, Т.В. Липина ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

8. Патент № 2459540 Российская Федерация, МПК А23N5/00. Устройство для раскалывания и отделения скорлупы ореха : № 201111046/13 : заявл. 23.03.2011 : опубл. 27.08.2012 Бюл. № 24 / И.Б. Тришкин, В. Д. Липин, Т. В. Липина ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

## УДК 635.21

*Якутин Н.Н., канд. техн. наук,  
Симонова Н.В., канд. техн. наук,  
Енгальчев Р.Н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## АНАЛИЗ РЫНКА КАРТОФЕЛЯ

В 2023 году в общей структуре посевных площадей аграрии России выделили под картофель всего лишь 1,32% земель. Незначительное сокращение посевных площадей по сравнению с 2022 годом на 1% (на 11 тыс. га) отрицательно не сказалось на полученном урожае картофеля, наоборот, он вырос на 9% и составил 20,5 млн. т (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели производства картофеля [1]

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Посевные площади, тыс. га	1325	1255	1188	1107	1102	1091
Валовый сбор, млн. т	22,4	22,1	19,6	18,0	18,8	20,5
Урожайность, ц/га	170	178	166	163	174	190

Показатель урожайности в 190 ц/га является рекордным за прошедшие 30 лет, и он был достигнут благодаря благоприятным погодным условиям. Увеличение общего сбора произошло также за счет расширения посевных площадей в СХО (на 9,7%), КФХ и ИП (на 11,9%) (рисунки 1 и 2).

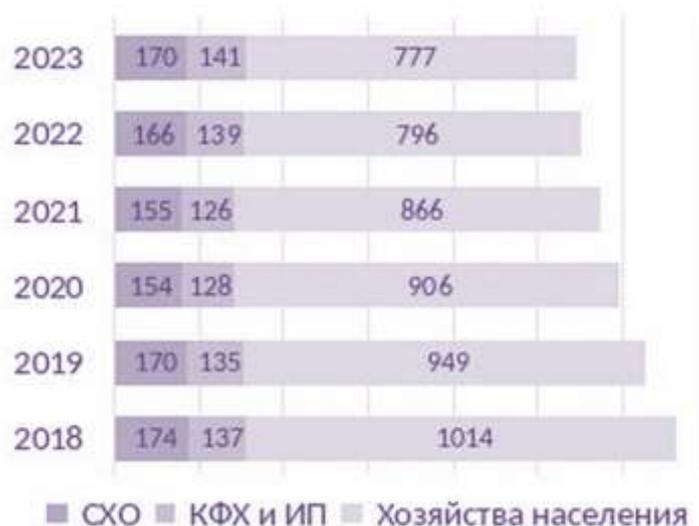


Рисунок 1 – Посевные площади картофеля, тыс. га [1]



Рисунок 2 – Валовой сбор картофеля, млн. т [1]

Хотя за последние 6 лет наблюдается сокращение посевных площадей в личных подсобных хозяйствах населения более чем на 23%, они по-прежнему занимают первое место в общей структуре и приносят около 60% урожая (11,9 млн. т в 2023 году). На долю СХО, КФХ и ИП приходятся оставшиеся 40% урожая, а это 8,6 млн. т картофеля, что является максимумом за прошедшие 30 лет.

В 2023 году лидерами по объему производства картофеля по-прежнему являются ЦФО, ПФО и СФО, приносящие более 70% урожая (рисунки 3 и 4). Наименьший вклад вносит ДФО (всего 4,2%).

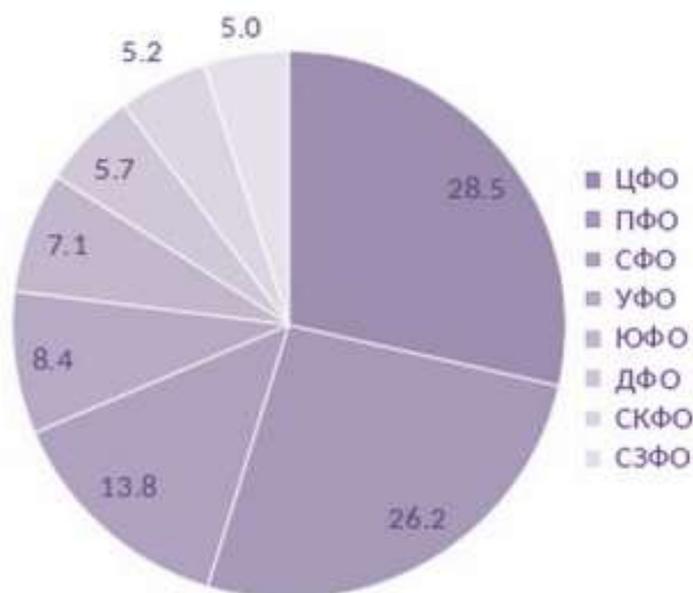


Рисунок 3 – Структура посевных площадей по ФО в 2023 г., % [1]

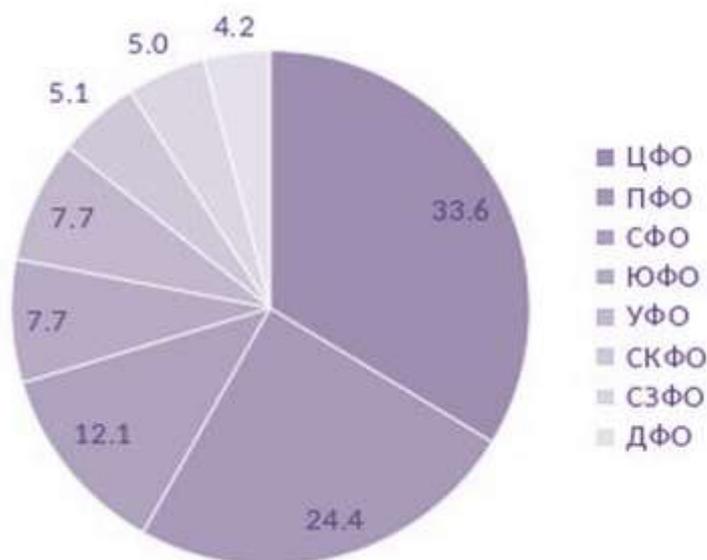


Рисунок 4 – Структура валового сбора по ФО в 2023 г., % [1]

В настоящее время в хранилищах РФ может быть размещено 8,8 млн. т картофеля, к концу 2025 года этот объем планируют увеличить на 0,5 млн. т, а к концу 2026 года еще на 0,5 млн. т. Все это позволит продлить срок хранения картофеля, поможет с реализацией и снизит потери при хранении.

Что касается импорта, то за 8 месяцев 2023 года в нашу страну завезли более 350 тыс. т картофеля, в то время как экспорт составил всего лишь 80 тыс. т (рисунок 5).

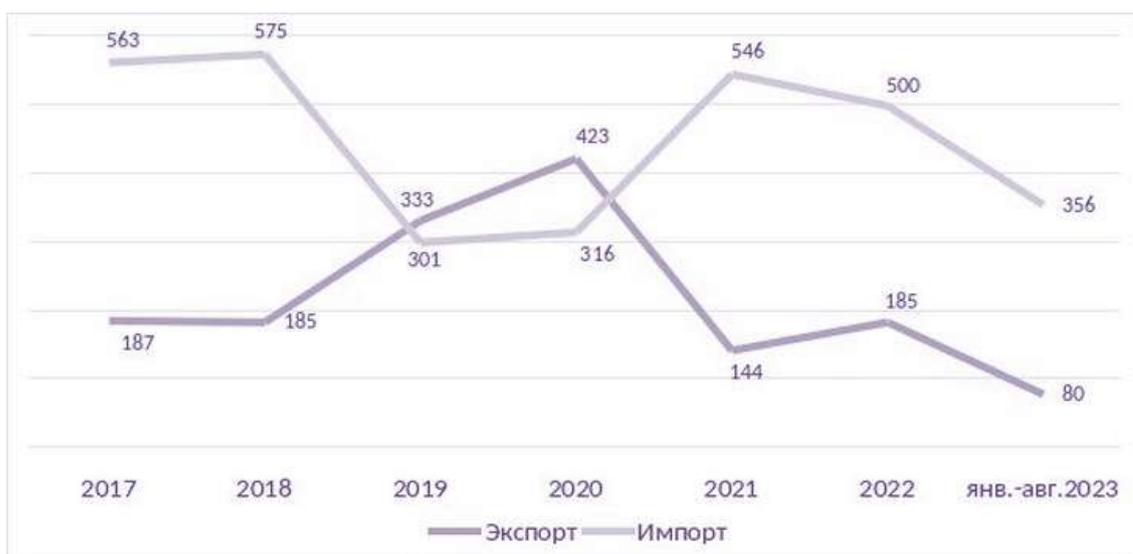


Рисунок 5 – Экспорт и импорт картофеля, тыс. т [1]

Если сравнить 2021 год и 2022 год, то заметно снижение импорта картофеля на 9%. Это обусловлено низкой стоимостью отечественного картофеля (рисунок 6).



Рисунок 6 – Цены на картофель в России, руб./кг [1]

2021 год характеризуется резким скачком цен на картофель, что обусловлено снижением валового сбора в 2020 году и повышением затрат на производство картофеля. Причем затраты (на топливо, химикаты, семена и др.) растут с каждым годом у всех категорий производителей, будь то СХО, КФХ, ИП или ЛПХ [2, 3]. Однако рекордный урожай 2023 года позволил снизить отпускные цены. Но не каждый год получится собирать подобный урожай, поэтому стоит задуматься о сокращении затрат на производство, например, за счет применения более совершенных технологий [4, 5, 6, 7, 8].

### *Библиографический список*

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gks.ru>.
2. Уборка картофеля в Рязанской области / Н. В. Бышов [и др.] // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 220-224.
3. Якутин, Н. Н. Технические средства для уборки картофеля / Н. Н. Якутин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 300-307.
4. Модернизация картофелекопателя КСТ-1,4 / Н. В. Бышов [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. – № 11. – С. 4-5.
5. О взаимодействии клубненосного пласта с рабочими органами копателя / Н. В. Бышов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4(40). – С. 161-167.
6. Об интенсификаторах сепарации картофелеуборочных машин / Н. В. Бышов [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 106-109.
7. Патент на полезную модель № 119299 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/00, А01D 90/00. Кузов транспортного средства для перевозки картофеля : № 2012112083/11 : заявл. 28.03.2012 : опубл. 20.08.2012 / Н. В. Бышов, Ю. В. Якунин, Н. Н. Якутин ; заявитель ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
8. Патент на полезную модель № 213875 U1 Российская Федерация, МПК А01D 17/22. Картофелекопатель : № 2022112215 : заявл. 04.05.2022 : опубл. 04.10.2022 / Н.В. Симонова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
9. Механизация уборки и хранения клубнеплодов / О. А. Старовойтова [и др.]. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2018. – 102 с.
10. Передовые методы диагностики патогенов картофеля / С. В. Жевора [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. – 92 с.

11. Индустрия картофеля / Е. А. Симаков [и др.]. – Москва : ФГУП "Производственно-издательский комбинат ВИНТИ", 2010. – 202 с.

12. Оптический полевой мониторинг в оригинальном картофелеводстве / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, В. И. Балабанов, А. А. Манохина // Наука в центральной России. – 2019. – № 6(42). – С. 91-99.

13. Интеллектуальные технологии в оригинальном семеноводстве клубнеплодов : Аналитический обзор / Н. П. Мишуров [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2023. – 84 с.

14. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г. К. Рембалович [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 1. – С. 23-25.

15. Инновационные процессы и устройства для "бережной" сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина, Москва, 17–18 сентября 2013 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. Том Часть 1. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2013. – С. 275-277.

16. Патент № 2438289 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2009125943/13 : заявл. 06.07.2009 : опубл. 10.01.2012 / Н. А. Рязанов [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

**УДК 631.356.46**

*Липин В.Д., канд. техн. наук, доцент,  
Подлеснова Т.В., магистр,  
Липин М.Д., магистр  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО КОМБАЙНА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО AVR Spirit 6200**

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20 п. 2 б) «Продовольственная независимость Российской Федерации) – самообеспечение страны основными видами отечественной сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», необходимо обеспечить население страны

качественными продуктами питания в достаточных объемах и не зависеть от внешних условий [1, 2, 3]. Это означает, что отечественные производители сельхозпродукции должны быть обеспечены не только землей, а также качественными семенами, современными комплектами машин, средствами защиты и т.д., имеющими Российское происхождение, изготовленными на отечественных предприятиях и постоянно совершенствующимися.

С 1995 года в России создавались новые предприятия для изготовления автотракторной и сельскохозяйственной техники, а также проводилась реорганизация предприятий. В настоящее время в России уже выпускают для агропромышленного комплекса современные машины [4, 5, 6].

В Рязанском государственном агротехнологическом университете разрабатывается энергосберегающая технология и машины для возделывания и уборки экологически чистого картофеля [2, 3, 7, 8]

Для проведения механизированной уборки картофеля ООО «Колнаг» выпускает комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200 [9, 10], предназначенный для уборки картофеля, возделываемого по голландской технологии (рисунок 1).

Агрегируется комбайн с тракторами тягового класса 2.

Комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200 в базовой комплектации содержит: раму с прицепным устройством для агрегатирования с тракторами класса 2, подкапывающую секцию, приемный и просеивающие транспортеры, ботвоотводящий и ежный транспортеры, ботвозадерживающие ролики, поперечный ежный транспортер и роторную гребенку, ботвозадерживающие ролики, транспортер для отвода примесей, инспекционный стол, бункер и дышло [9].



1-подкапывающая секция; 2-приемный транспортер; 3-просеивающий транспортер; 4-ботвоотводящий транспортер; 5-ежный транспортер; 6-ботвозадерживающие ролики; 7-поперечный ежный транспортер+роторная гребенка или опция; 8-ботвозадерживающие ролики; 9-транспортер для отвода примесей; 10-инспекционный стол; 11-бункер; 12-дышло

Рисунок 1 – Комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200

Подкапывающая секция (рисунок 2) состоит из подкапывающей секции с РЕ диаволо (450 мм) и подпружиненными дисками, контроля глубины с использованием легкодоступного центрального шпинделя, больших ботвозахватывающих роликов 400 мм, универсального держателя лемеха с защитой от камней на подкапывающих лемехах, автоматического контроля дышла, одноопорного подкапывающего лемеха с контролем глубины, двухопорного подкапывающего лемеха, подкапывающего лемеха с тройной опорой, дополнительного режущего диска снаружи с правой стороны, диска с гидроприводом, съемного центрального лемеха, электрогидравлического управления давлением лемеха через консоль (опция).



Рисунок 2 – Подкапывающая секция

Приемный транспортер под двойной гребень, шириной 165 см с двойным замком приводом с полиуретановыми роликами (рисунок 3) состоит из зубчатого колеса (шаги 35/40/43/50 мм), гидравлического регулируемого встряхивателя по типу звездочки в приемном транспортере, приемного транспортера (шаги 35/40/43/50 мм).



Рисунок 3 – Приемный транспортер под двойной гребень

Просеивающий транспортер с 2 x 2 скоростями (рисунок 4) состоит из просеивающего транспортера, шаг 36 мм, с 2-мя регулируемыми скоростями для выбора скорости между ботвоотводящим и просеивающим транспортерами. Шаг просеивающего транспортера 40, 43 мм.

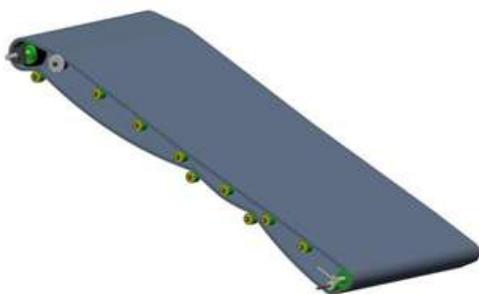


Рисунок 4 – Просеивающий транспортер

Линейный продольный ежный транспортер (рисунок 5) N 40 с V профилем шириной 800 содержит ежный транспортер H-профиль, привод гидравлический, привод транспортера от собственной гидросистемы комбайна с LS – насосом, двойной отражающий ролик (регулирование по высоте) над ежным транспортером, управления скоростью.

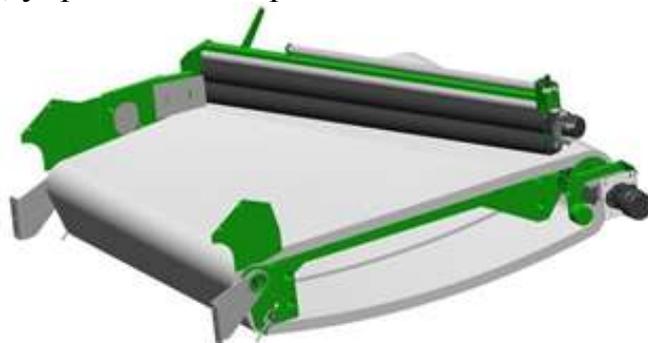


Рисунок 5 – Линейный продольный ежный транспортер

Регулирование ежного транспортера осуществляется из кабины трактора. Обеспечивается электрогидравлическое регулирование угла наклона.

Картофель с ботвой задерживается ботвозадерживающими пальцами и отрывается от ботвы на ботвозадерживающем транспортере (рисунок 6), что приводит к уменьшению потерь. В стандартной комплектации установлены 2 секции (2x3 ряда) ботвозадерживающих пальцев.

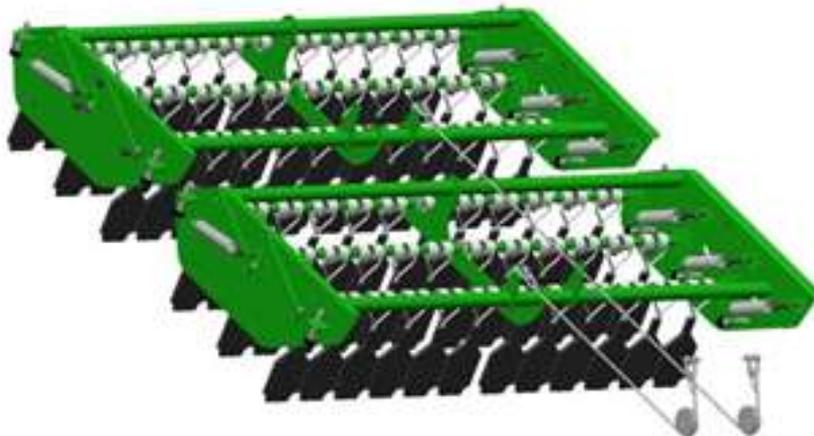


Рисунок 6 – Ботвозадерживающие пальцы

Поперечный транспортер (рисунок 7) состоит из поперечного ежного транспортера N 40 с V профилем шириной 800 мм, поперечного ежного транспортера с H-профилем, привода гидравлического, привода транспортера от собственной гидросистемы комбайна с LS – насосом, отражающего ролика (с механическим регулированием по высоте) над ежным транспортером. Регулирование скорости поперечного ежного транспортера проводится из кабины трактора.

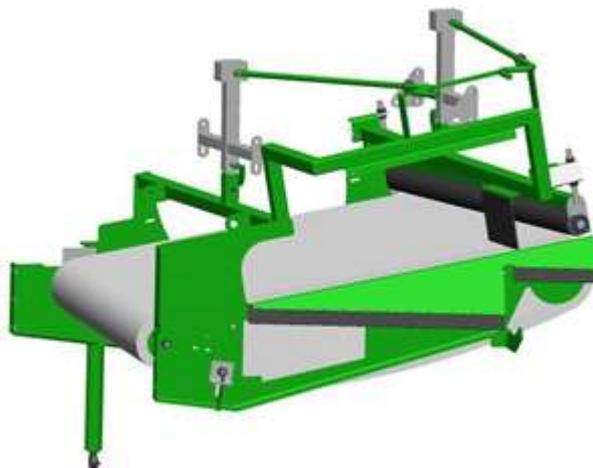


Рисунок 7 – Поперечный транспортер

Роторная гребенка (рисунок 8) состоит из 3-рядной роторной гребенки. Позволяет регулировать скорости/высоты/угла наклона. Регулирование скорости роторной гребенки осуществляется из кабины трактора или с инспекционного стола. Электронное регулирование высоты роторной гребенки. Щетки вместо пальцев роторной гребенки (5 рядов) обеспечивают эффективное отделение камней.



Рисунок 8 – Роторная гребенка

Скорость задерживающих роликов (рисунок 9) может регулироваться из кабины трактора или инспекционного стола. Установлены двойные задерживающие ролики вместо роторной гребенки.



Рисунок 9 – Задерживающие ролики

Выгрузной транспортер, транспортер для отвода примесей инспекционного стола (рисунок 10). Инспекционный стол для 4 человек (ширина 900 мм) с панелью управления, сигналом и кнопкой аварийной остановки. Транспортер для отвода комьев земли с площадкой операторов инспекционного стола на 2 человека. 2 направляющих на инспекционном столе. Контейнер для камней.



Рисунок 10 – Выгрузной транспортер, транспортер для отвода примесей инспекционного стола

Бункер (рисунок 11). Состоит из бункера вместимостью 6 т с 2-мя подъемниками и 10 пластинами из мягкой резины, автоматического подвижного пола бункера (опция только для 040971). Максимальное заполнение бункера с передвижной резиновой заслонкой. Механический мягкий спуск в конце бункера для заполнения корзин (опция). Гидравлический мягкий спуск для заполнения корзин (опция).



Рисунок 11 – Бункер

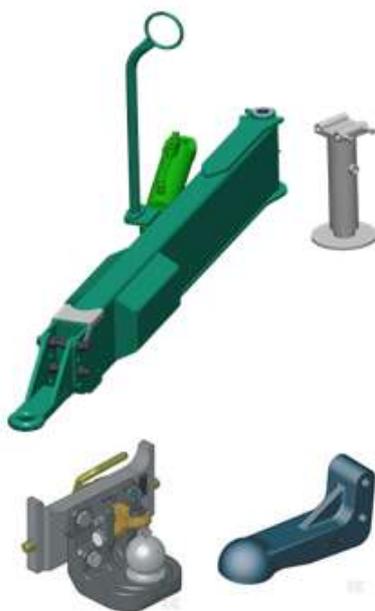


Рисунок 12 – Дышло

Дышло (рисунок 12) регулируется по высоте. Обеспечивается гидравлическое регулирование дышла двойным пилотным обратным клапаном. Автоматическое управление дышла через диабло.

### *Библиографический список*

1. Липин, В.Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, М.Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве - 2023 : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023. – Рязань: РГАТУ, С. 178-185.
2. Липин В.Д. Защита картофеля от колорадского жука : учебное пособие для вузов / В. Д. Липин, Т.В. Подлеснова. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 116 с.
3. Липин, В.Д. Механизация технологических процессов в растениеводстве : учебное пособие / В. Д. Липин.– Уссурийск : ПГСХА, 2003. – 105 с.
4. Липин, В.Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелесажалки : учебное пособие для вузов / В. Д. Липин. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 176 с.
5. Липин, В.Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелеуборочные комбайны : учебное пособие для вузов / В.Д. Липин. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 188 с.
6. Патент № 152026 Российская Федерация, МПК А01D21/00. Картофелекопатель : № 2014154283/13 : заявл. 30.12.2014: опубл.27.04.2015 Бюл. № 12 / Н. В. Бышов, В. Д. Липин, Д. Н. Бышов [и др.], заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

7. Патент № 2541384 Российская Федерация, МПК А01D33/08, А01D19/04. Картофелеуборочная машина : № 2013125253/13 : заявл. 30.05.2013: опубл. 10.02.2015 Бюл. № 34 / Н. В. Бышов [и др.], заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

8. Лимаренко, Н. В. Текущая ситуация в России и ожидания участников рынка сельскохозяйственной техники / Н. В. Лимаренко, А. И. Ушанев, Д. А. Краснобаев // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 261-264.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619462 Российская Федерация. Программа расчета нормы эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств : № 2023617644 : заявл. 21.04.2023 : опубл. 11.05.2023 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

10. Старовойтов, В. И. Расширить рамки реализации национального проекта "Развитие АПК / В. И. Старовойтов // Картофель и овощи. – 2007. – № 4. – С. 12-14.

11. Выращивание миниклубней картофеля и топинамбура в условиях водно-воздушной культуры с использованием искусственного освещения / О. С. Хутинаев [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 4(86). – С. 7-14.

12. Старовойтов, В. И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе "поле-потребитель" : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Старовойтов Виктор Иванович. – Москва, 1995. – 37 с.

13. Проактивное моделирование динамической сложности агротехноценозов / А. М. Башилов [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 3(51). – С. 45-54.

14. Патент № 2620983 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13, G01M 17/007. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015154356 : заявл. 17.12.2015 : опубл. 30.05.2017 / А. Г. Арженковский [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет".

15. Патент на полезную модель № 188276 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/04. Пневматический высевающий аппарат : № 2018139433 : заявл. 07.11.2018 : опубл. 04.04.2019 / В. И. Хижняк [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет".

16. Арженовский, А. Г. Определение энергетических и топливно-экономических показателей тракторного двигателя / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 25-26.

17. Патент № 2612950 С Российская Федерация, МПК G01L 5/13. Способ определения силы сопротивления рабочих машин : № 2015152717 : заявл. 08.12.2015 : опубл. 14.03.2017 / А. Г. Арженовский [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет".

18. Prospects and method of seed grain storage in a container with gas-regulating medium / N. V. Vyshov, M. B. Latyshenok, V. A. Makarov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 года. – Omsk City, Western Siberia, 2021. – P. 012118.

19. Манохина, А.А. Использование нетрадиционных сельскохозяйственных культур для повышения продовольственной безопасности/ А.А. Манохина, О. А. Старовойтова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 26–27 ноября 2015 года / Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, Н. М. Дерканосовой, А. В. Дедова и др. Том Часть III. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 233-237.

20. Investigation of the long-term toxic effect of nanoparticles of different physical-chemical characteristics / D. G. Churilov, S. D. Polischuk, V. V. Churilova [et al.] // Agronomy Research. – 2020. – Vol. 18, No. 3. – P. 1973-1991.

21. Патент № 2361187 С1 Российская Федерация, МПК G01М 15/04. Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания : № 2007146150/06 : заявл. 11.12.2007 : опубл. 10.07.2009 / Н. В. Щетинин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия".

22. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженовский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1(134). – С. 46-52.

23. Evaluation of Technical Characteristics and Agrotechnical Performance Indicators of Seeders of Various Assembling / A. Nesmian, P. Ivanov, A. Arzhenovskiy [et al.] // XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021" : Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. Vol. 246. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 88-101.

*Колотов А.С., канд. техн. наук,  
Ушанев А.И., канд. техн. наук,  
Юмаев Д.М., канд. техн. наук, ст. преподаватель,  
Кутыраев А.А., аспирант  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА**

Отходы биологического происхождения, происходящие от разнообразных анималистических видов, подразумевают применение различных техник их вторичной обработки в соответствии с конечным применением продукции. Множество методов трансформации экскрементов предусматривается, включая их применение в качестве агроудобрений, как в натуральном виде, так и после процесса фракционирования. В дополнение, из фекалий возможно получение биотоплива, при этом результирующий фильтрат находит применение в качестве альтернативного питательного вещества.

Необходимо принимать во внимание, что процессы преобразования, а также дальнейшее хранение и безопасная ликвидация готовой продукции строго зависят от её спецификации и предназначения. Многообразие технологий обработки навоза дает возможность оптимального извлечения его потенциала при одновременном сокращении объемов отходов [1,2,3].

В аграрной отрасли распространены разнообразные типы органических удобрений, в частности навоз, который дифференцируется по происхождению. Это вносит различия в способы его обработки и эксплуатации, с учётом строгих ветеринарно-санитарных стандартов. К примеру, обработка экскрементов свиней предполагает одни процедуры, в то время как для навоза от крупного рогатого скота — другие. Одним из наиболее эффективных направлений использования является превращение твёрдых частиц навоза от крупного рогатого скота в материал для создания комфортной и безопасной подстилки в животноводческих комплексах.

Следует подчеркнуть, что разные виды животных требуют специфических методов обработки и применения их навоза. К примеру, свиной и крупнорогатый скотный навоз могут быть использованы в качестве удобрения для аграрных угодий.

Применение бесподстилочного метода, предусматривающего размещение животных на щелевых полах для облегчения удаления экскрементов, является распространенной практикой на свиноводческих фермах. В то же время на фермах, занимающихся разведением крупного рогатого скота, применяются как подстилочные, так и бесподстилочные методы содержания, что предполагает различия в составе производимого навоза в зависимости от типа животноводческого комплекса.

Качественные параметры бесподстилочного навоза значительно варьируются в зависимости от уровня влажности, различия в которой

определяются объемом добавляемой технологической воды к экскрементам скота. Помимо этого, свойства навозной смеси также напрямую коррелируют с объемом и типом применяемого подстилочного материала для содержания животных [4,5,6,7].

Анализ данных факторов углубит знания о том, как условия содержания скота влияют на характеристики навоза и его применение в аграрной отрасли.

В аграрной отрасли существует разнообразие технологий ликвидации отходов скотоводства, адаптированных к специфике состава и эксплуатационным требованиям. Так, фермерский навоз, отличающийся по уровню содержания влаги, может быть эффективно транспортирован к местам хранения или переработки при помощи различного оборудования, включая бульдозеры, скребковые системы, гидравлические насосы, либо с использованием интегрированного подхода [8,9,10,11].

Компостирование является одним из эффективных методов переработки органических отходов, таких как подстилочный навоз, твердая фракция навоза или птичий помет, при их влажности до 75%. Данный процесс позволяет преобразовывать указанные отходы в высококачественное органическое удобрение, способствующее улучшению структуры и плодородия почвы. При влажности материала свыше 75%, для нормализации влажностного баланса требуется добавление абсорбирующих веществ, включая солому, торф или опилки. В то же время, компостирование материалов с влажностью выше 92% считается экономически нецелесообразным из-за слабой эффективности и высоких затрат на процесс [12,13,14].

Исследование и применение разнообразных техник переработки отходов из скотоводческих комплексов важно не только для уменьшения экологического ущерба, но и для производства востребованных агрономических добавок. Многообразие подходов к переработке навоза дает возможность выбирать наиболее подходящие технологии в зависимости от конкретных условий.

Применение передовых методик ускоренного превращения органических отходов в компост имеет критическое значение в процессе трансформации животных экскрементов в ценные агрохимикаты. Для гарантии эффективной переработки животных отходов крайне важно организовать их хранение так, чтобы было обеспечено биотермическое разложение, подразумевающее уничтожение патогенов. Это достижимо через создание специальных пирамид из органических отходов, что обуславливает автономное возрастание температуры за счет микробиологической активности и распада. Такие условия не только способствуют ферментативной активности, но и оптимизируют формирование качественного компоста. Дополнительно, компактированию материала способствует задержке азота, который является важнейшим элементом для развития растений. Данный процесс, известный как быстрое компостирование, является фундаментальным в цикле обработки навоза и подготовки удобрения [15].

Ворошители буртов представляют собой высокоспециализированное оборудование, ключевая роль которого состоит в ускорении процесса переработки органических отходов, таких как помет и навоз в питательные удобрения. Эти агрегаты способствуют оптимальному складированию материала, обеспечивая его насыщение кислородом. Использование ворошителей кардинально повышает эффективность и скорость биodeградации.

В ассортименте моделей ворошителей для буртов наблюдается вариативность, обусловленная различиями в показателях ширины захвата и емкости работы. Конкретное изделие выделяется уникальными характеристиками, делаая его предпочтительным в соответствии со специфическими условиями эксплуатации и задачами.

Ключевое преимущество применения аэраторов компостных куч заключается в способности обеспечить получение качественного компоста в кратчайшие сроки – от 45 до 60 дней. Данный компост можно упаковать и реализовать, предоставляя тем самым дополнительный заработок.

Применение аэраторов для компостирования в агропромышленных комплексах и на птицефабриках, где скапливаются большие объемы навоза и помета, имеет ключевое значение. Эти агрегаты позволяют повышать эффективность и экологичность переработки подобных отходов, способствуя тем самым устойчивому аграрному развитию.

Недавно был разработан новаторский и результативный метод переработки навоза, предполагающий его дегидратацию. Осушение твердых составляющих навоза в устройствах биореакторного типа осуществляется с использованием сушильного барабана, который задействуется для процедур пастеризации и компостирования. Данный процесс значительно способствует ускорению дезинфекции и аэробной биodeградации навозных масс. Термический режим внутри биореактора, достигающий отметок в 63-75°C, обеспечивает идеальные условия для активного размножения аэробных микроорганизмов, населяющих биологические отходы.

Следует подчеркнуть, что процедура сушки навоза способствует его стерилизации и сокращению объема отходов, что представляет собой существенный вклад в область экологически ответственного управления природными активами. Вдобавок, этот процесс не просто соблюдает санитарные стандарты, но и обеспечивает производство качественного компоста, применимого в аграрном секторе для наращивания плодородия земель.

Следовательно, использование установок биоразлагаемого реакторного узла для сушки навоза представляет собой передовой способ утилизации органических отходов, который уменьшает экологический ущерб и обеспечивает производство высококачественного удобрения для аграрного сектора.

Биологическая переработка, используя специфические микроорганизмы, демонстрирует высокую эффективность в обработке животных экскрементов, при применении, как в создании подстилок, так и в ускорении производства

высококачественного компоста. Данный метод предполагает внесение в навоз или птичий помет биопрепаратов, обогащенных полезными микробами, что обеспечивает ускоренное разложение органики.

Ключевым шагом в бактериальной обработке является точное определение меры и равномерное распределение биопрепаратов, что гарантирует идеальные условия для активности положительных бактерий. Внесение биологически активных веществ может производиться через специализированные контейнеры в зонах процессинга на свинофермах или напрямую в компостируемый материал или водоемы для очистных сооружений.

Производство биогаза обретает все большее значение в аграрной отрасли. Разработана высокоэффективная технология обработки животных экскрементов, преобразующая их в не токсичные органические удобрения, которые отличаются высокой степенью ассимиляции агрокультурами. Этот процесс ведет к заметному уменьшению уровня загрязнителей в атмосфере, что делает данную технику особенно привлекательной для хозяйств, занимающихся свиноводством и птицеводством.

Мотивация к развитию и применению биогазовых технологий для конвертации навоза в энергию усиливается благодаря впечатляющим результатам внедрения за пределами страны, в частности в государствах-членах Европейского союза. Официальные отчеты Европейской комиссии подкрепляют эффективность этого метода и его значимость для защиты окружающей среды. Это не только совершенствует методику переработки навоза, но и делает процесс генерации биогаза более природосберегающим и финансово привлекательным.

Для того чтобы обеспечить эффективное развитие биоэнергетической отрасли в аграрном секторе, необходимо учитывать комплексные аспекты, включая доступность рынка для биоэнергии и соответствие нормативным требованиям в области переработки биоотходов. "Руководство по лучшим доступным техникам для интенсивного разведения кур и свиней" предлагает рекомендации, целесообразность применения которых зависит от конкретных условий.

Ключевым элементом в эксплуатации установок для получения биогаза из экскрементов животных является их эффективность, которая может оказаться не на высшем уровне. Чтобы увеличить количество производимого биогаза и сократить время возвращения инвестиций, рекомендуется добавление органических веществ, включая побочные продукты скотобоен, аграрные отходы и прочие биологические ресурсы. Этот метод направлен на улучшение энергоэффективности процесса и его общую оптимизацию.

Для эффективной работы сектора биоэнергетики критично иметь доступ к инфраструктуре электросетей, а также возможность реализации избыточной энергии. Это создаст условия для стабильного выработки биоэнергии, повышая ее конкурентную способность в энергетическом секторе.

Следовательно, техника анаэробного ферментирования навоза способствует не только созданию экологически чистого и высокоэффективного агрономического вещества, но и снижает негативное влияние аграрного сектора на природу.

### *Библиографический список*

1. Prospects and method of seed grain storage in a container with gas-regulating medium / N. V. Byshov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 года. – Omsk City, Western Siberia, 2021. – P. 012118.

2. Манохина, А. А. Использование нетрадиционных сельскохозяйственных культур для повышения продовольственной безопасности / А. А. Манохина, О. А. Старовойтова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 26–27 ноября 2015 года / Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова и др. Том Часть III. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. – С. 233-237.

3. Контаминация индикаторов оценки санитарно-эпидемиологических свойств свиного бесподстилочного навоза и навозных стоков / А. В. Шемякин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 173-180.

4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623988 Российская Федерация. «гельминтологические характеристики свежего свиного бесподстилочного навоза» : № 2024623428 : заявл. 08.08.2024 : опубл. 09.09.2024 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023682616 Российская Федерация. «Интеллектуальная система сегментации рынка органических отходов АПК» : № 2023681380 : заявл. 17.10.2023 : опубл. 27.10.2023 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

6. Моделирование влияния влажности бесподстилочного навоза на уровень его санитарно-эпидемиологической нагрузки / С. Н. Борычев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 79-87.

7. Экспериментальная оценка достоверности оптимальных параметров активатора обеззараживания жидких отходов животноводства / Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 8(266). – С. 28-31.

8. Экосистема утилизации органических отходов животноводства / С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 4(48). – С. 83-91.

9. Лимаренко, Н. В. Анализ видов стоков животноводства / Н. В. Лимаренко, А. П. Длинный, П. В. Токарев // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2017) : Материалы V Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 11–15 сентября 2017 года. – Ростов-на-Дону: ООО "ДГТУ-ПРИНТ", 2017. – С. 173-175.

10. Патент № 2726309 С1 Российская Федерация, МПК С05F 3/00. Способ утилизации бесподстилочного навоза в биоорганическое удобрение : № 2020108045 : заявл. 25.02.2020 : опубл. 13.07.2020 / Н. С. Серпокрылов, Н. В. Лимаренко, И. А. Успенский [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный технический университет".

11. Влияние электромагнитного поля на величину РН органических отходов животноводства / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко, А. А. Кутыраев // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 87-91.

12. Контрфактуальный анализ эффективности обеззараживания органических отходов животноводства / Я. П. Лобачевский, А. В. Шемякин, Н. В. Лимаренко [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2023. – Т. 33, № 4. – С. 466-489.

13. Цифровой инструмент седиментационного анализа свиного бесподстилочного навоза / Н. В. Лимаренко, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 10(316). – С. 26-30.

14. Анализ способов обеззараживания жидких органических отходов АПК / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко, А. А. Кутыраев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 97-102.

15. Оптимизация параметров обеззараживания бесподстилочного навоза при его утилизации / Н. В. Лимаренко, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 6(78). – С. 331-340.

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗУБОВЫХ БОРОН

Боронование является обязательным этапом подготовки почвы к дальнейшим полевым работам при возделывании сельскохозяйственных культур. Зубовые бороны общего назначения изготовлены с зубьями квадратного или кругового сечения, а специальные изготовлены с пружинными зубьями. Зубовыми боронами обрабатывают почву на глубину 3...10 см. При использовании зубовых борон разрушаются почвенные комки и разравнивается верхний слой почвы, при этом разрушается корка на почве, которая препятствует нормальному влаго- и воздухообмену. [1, 2, 3].

Зубовые бороны подразделяются по типу рамы – жесткая и шарнирная. По конструкции зуба – прямые – а-ж, S-образные с пружинящей стойкой - з (рисунок 1).

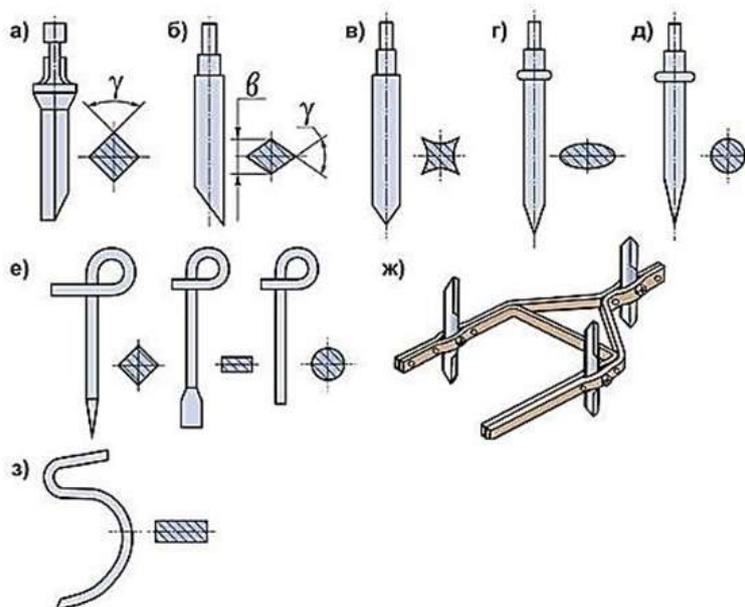


Рисунок 1 – Рабочие органы зубовых борон.

Зубовые бороны используются преимущественно для рыхления верхнего слоя почвы после работы плуга, выравнивания поверхности поля, разрушения почвенной корки для сохранения влаги в почве, крошения комков, уничтожения сорняков, заделки семян и удобрений при разбросном посеве и для ухода за лугами.

С помощью бороны разравнивается верхний слой почвы, при этом разрушается корка на почве, которая препятствует нормальному влаго- и воздухообмену [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Зубовые бороны предназначены для обработки почвы на глубину 3...10 см. Подразделяются они по следующим признакам:

- по удельной нагрузке на один зуб:
- тяжелая 20...30 Н;
- средняя 10...20 Н;
- легкая 5...10 Н.

Подразделяются по конструкции зуба (рис. 1.1):

- прямые – а-ж;
- S-образные с пружинящей стойкой – з.

По типу рамы – жесткая и шарнирная.

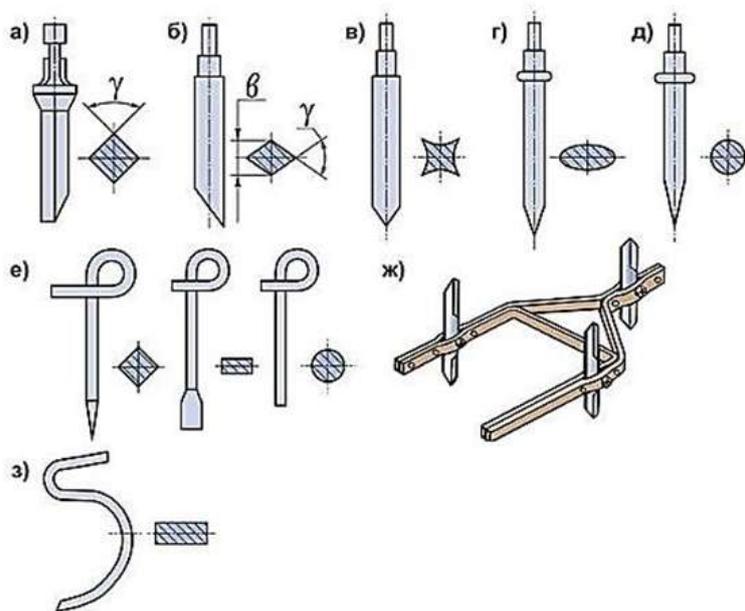


Рисунок 2 – Рабочие органы зубовых борон

Глубина обработки зависит от давления зуба на почву, длины соединительных поводков, а для борон с зубьями квадратного сечения и от расположения косога среза зубьев по отношению к направлению движения.

В зависимости от величины удельного давления на зуб они подразделяются на тяжелые (20...30 Н), средние (10...20 Н) и легкие (5...10 Н). Тяжелые и средние бороны снабжены квадратным зубом, а легкие – круглым.

Основные агротехнические требования к зубовым боронам сводятся к следующему:

- рабочие органы борон должны обеспечивать равномерное крошение почвы с преобладанием комков размером не более 25 мм;
- бороны должны иметь устойчивый ход при агрегатировании со всеми видами сцепок.

Тяжелые зубовые бороны «Зигзаг» широко используют на глинистых и суглинистых почвах. Эти бороны рыхлят почву на 5 - 8 см. У них зубья закреплены на раме неподвижно, имеют квадратное сечение и заострение снизу.

Бороны среднего веса применяют на рыхлых и легких почвах. Они рыхлят

их на глубину 4 - 6 см.

Сетчатые навесные бороны: БС-2, БСН-4 и БСО-4 чаще всего состоят из шести секций с 286 зубьями.

Боронуют почву этими орудиями поперек рядков растений.

О том насколько борона качественная можно судить по заданным критериям:

- глубина обработки полностью соответствует заданным параметрам;
- максимально допустимая погрешность глубины боронование +/- 1 см;
- полное уничтожение сорняком после прохода бороны
- повреждение культурных растений в процессе боронование не должно превышать 3%;

- высота гребней не должна превышать 4 см.

Для того чтобы подобрать максимально подходящую для обработки борону нужно учесть 3 параметра:

- размер и форма поля;
- состояние и тип почвы;
- культура, которая посеяна на поле (озимая или зябь).

Так же ответственно нужно подходить к выбору трактора для боронования. Ведь лучше всего процесс выполнять на гусеничном тракторе или на агрегате со сдвоенными колесами. Таким образом, снижается нагрузка на почву. Так же нужно учитывать тяговые возможности трактора.

Тяжелые зубовые бороны предназначены для уничтожения комков земли, рыхления и закрытия влаги. Особенно эффективны на глинистых и суглинистых грунтах. Такие бороны способны рыхлить почву на глубину до 8 см благодаря нагрузке на зуб в среднем до 3 кг.

Средние зубовые бороны хоть и имеют такую же конструкцию, как и тяжелые, но их назначением является боронование озимых посевов ранней весной. Они хуже справляются с глинистыми почвами и производят рыхление на глубину до 6 см. Нагрузка на зуб до 2 кг.

Легкая зубовая борона или, как ее еще называют, посевная борона, используется для проведения рыхления грунта непосредственно перед посевом. Зубья у посевных борон выполнены в форме конуса. Нагрузка на зуб у легких борон не превышает 1 кг, а рыхление осуществляется на глубину до 3 см.

Работает зубовая борона очень просто. Передней частью ребра разрезается почва, а боковые части зубца ее перемешивают, разрушая крупные комки. Если зубцы имеют квадратное сечение, то на нем есть косой срез, который направлен в противоположную от направления движения сторону, благодаря чему зубец максимально глубоко погружается в землю.

Соединение борон с рамой сцепки, как правило, осуществляется при помощи цепей, а в современных сцепках предусмотрена гидравлическая система, которая имеет транспортировочное и рабочее положения. Благодаря

чему обеспечивается высокий уровень маневренности как на поле, так и на дорогах общего назначения во время транспортировки.

Бороны пружинного типа это гидрофицированные широкозахватные сцепки со встроенными секциями рабочих органов с пружинными изогнутыми зубами. Благодаря своей конструкции такие бороны являются наиболее скоростными и высокопроизводительными.

Пружинные бороны представляют собой фигурный лонжерон со вставленным в него поворотным швеллером с закрепленной на нем пружиной зубцом. При помощи тяги и планок пружины выставляются к поверхности почвы под нужным углом за счет чего можно добиться идеального результата. Кроме того, за счет вибрации пружин достигается эффект самоочищения зубцов. Пружинные бороны способны отлично справляться со своей работой на скорости от 10 до 15 км/час. Такие бороны имеют секционную конструкцию благодаря чему можно настроить полное копирование микрорельефа грунта.

Бороны сетчатого типа используют для использования на полях картофеля и уничтожения сорняков в период весенних всходов, а также других пропашных культур, возделываемых на гребнях.

Данная агротехническая операция выполняется при влажности почвы в пределах 50–70 %. Следует помнить, что переувлажнение или чрезмерная сухость плодородного слоя влияет на глубину погружения рабочих элементов и плохо отражается на качестве обработки поля в целом. Нередко боронование чередуется с культивацией. Бороны могут быть разными: легкими, тяжелыми, пружинными, дисковыми, ротационными и т. д.

Скорость движения трактора с бороной по полю равна примерно 8 км/ч, а при бороновании озимых в весеннее время составляет 6 км/ч.

Назначение и функции сельскохозяйственных борон.

Каждый тип сельскохозяйственного орудия предназначен для выполнения определенного ряда задач, нацеленных на ускорение роста растений и повышение урожайности.

Предпосевная обработка почвы. С помощью бороны данного типа осуществляется рыхление грунта, удаление сорняков, выравнивание поверхности поля, перемешивание земли и насыщение ее кислородом для лучшего развития корневой системы сельскохозяйственных культур.

Улучшение структуры грунта. В процессе боронования данным агрегатом повышается влагоемкость и влагоудержание почвы. Эта функция имеет большое значение для засушливых земель, где растениеводство ограничено нехваткой водных ресурсов.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Такой тип бороны широко используется для равномерного распределения минеральных и органических удобрений, повышения доступности питательных элементов для посевов.

Удаление остатков сельскохозяйственных культур. Таким образом боронование способствует снижению риска распространения опасных для растений болезней и вредителей, улучшает качество урожая [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Борона зубовая БЗТС-1.0 используется для рыхления почвы и выравнивания поверхности поля, уничтожения всходов сорняков (рисунок 3).



Рисунок 3 – Борона зубовая БЗТС-1.0

Ширина захвата одного звена 1,0 м. Рабочая скорость до 12 км/ч. Агрегируются с тракторами тяговых классов 9...30 в сочетании в различными сцепками и почвообрабатывающими орудиями (культиваторами и плугами).

Рабочие органы бороны – зубья квадратного сечения с заостренным концом. Для бороны зубовых предусмотрена установка двух положение глубины обработки. Эта регулировка обеспечивается изменением направления движения бороны (поворотом ее на 180°) [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Бороны зубовые БЗСС-1 с шириной захвата одного звена 1,0 м используется рабочей скоростью до 12 км/ч (рисунок 4). Агрегируются с тракторами тяговых классов 9...30 в сочетании с различными сцепками и почвообрабатывающими орудиями (культиваторами и плугами) [1, 2, 3, 4, 5, 6].

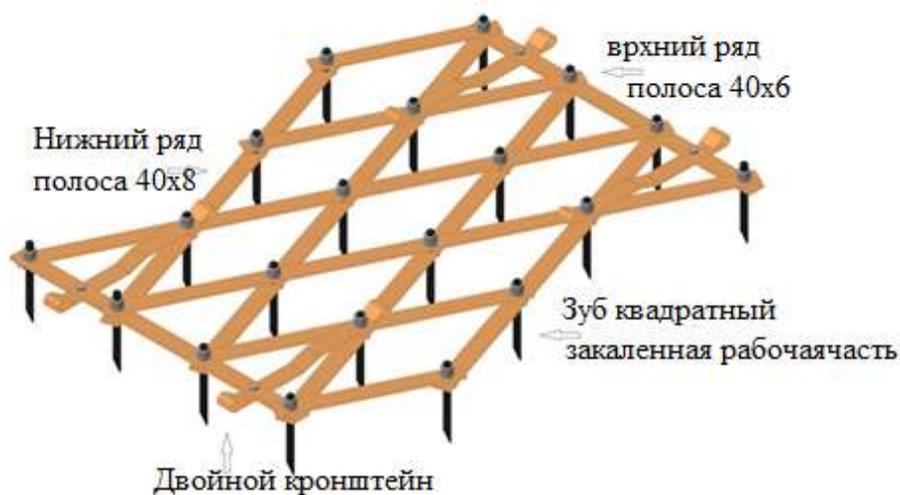


Рисунок 4 – Борона зубовая БЗСС-1

Рабочие органы бороны – зубья квадратного сечения с заостренным концом. Для бороны зубовых предусмотрена установка двух положений глубины обработки. Эта регулировка обеспечивается изменением направления движения бороны (поворотом ее на 180°).

Бороны луговые навесные БЛН-6 предназначены для ухода за лугами и пастбищами (рисунок 5).



Рисунок 5 – Бороны луговая навесная БЛН-6

Главное назначение луговых борон - выравнивание поверхности от кротовин, снятия плесени с поверхности почвы. Бороны луговые гарантируют идеальное копирование поверхности. Также бороны БЛН-6 могут использоваться для выравнивания перед посевом. После использования борон всходы трав становятся более равномерными, поверхность пастбища выравнивается.

Бороны луговые навесные БЛН-6 предназначены для ухода за лугами и пастбищами.

Ее главное назначение - выравнивание поверхности от кротовин и навоза, снятия плесени с поверхности. Бороны луговые гарантируют идеальное копирование поверхности. Также бороны БЛН-6 могут использоваться для выравнивания перед посевом. После использования борон всходы трав становятся более равномерными, поверхность пастбища выравнивается [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Ранней весной крайне необходимо выровнять пастбища (срезать и распределить кротовины) и прочесать дернину (разрыхлить верхний слой). Если не убрать кротовины, при последующей косовке, корм будет сильно загрязнен песком и землей, что резко снизит его ценность.

Прочесывание поверхности луга необходимо, как для прореживания очагов свалевшейся и путанной прошлогодней травы, так и для аэрации верхнего слоя почвы, что обеспечивает интенсивный рост новых растений.

Основу бороны БЛН-6 составляет сетка из звездообразных гребенок. Гребенки бороны рыхлят верхний слой почвы, прочесывают свалявшиеся участки травостоя и распределяют органические остатки, и экскременты животных по полю. Балки рамы из уголков выравнивают поверхность поля срезая кротовины [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Борона пружинная предназначена для выполнения весенних и осенних предпосевных работ, послепосевных работ по вычесыванию мелких сорняков, уходу за парами (рисунок 5).

Бороны пружинные нашего производства обладают целым рядом преимуществ:

Пружинные секции, устанавливаемые на бороны могут комплектоваться пружинным зубом толщиной 6 мм и 7 мм. Каждая секция имеет возможность регулировки угла атаки в пяти фиксированных положениях. Для удобства работы в полевых условиях навесные пружинные бороны оснащены гидравлической системой подъема и опускания крыльев [1, 2, 3, 4, 5].



Рисунок 6 – Борона пружинная

Управление гидросистемой производится трактористом из кабины трактора. Все узлы бороны цельносварные. Узлы соединяются между собой быстросъемными пальцами, что позволяет легко и быстро разобрать и собрать борону. Центральная рама представляет собой двухбрусную систему с закрепленным на ней прицепным устройством и опорной стойкой [1, 2, 3, 4, 5, 6].

### ***Библиографический список***

1. Почвообрабатывающие машины: устройство, подготовка к работе и эксплуатация : учебное пособие для СПО / В. Е. Бердышев [и др.]. — Саратов : Профобразование, 2022. — 272 с.— Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120173.html> (дата обращения: 29.04.2022).

2. Сельскохозяйственные машины. Почвообрабатывающие машины : учебное пособие / В. Е. Бердышев [и др.]. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 292 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/121288.html> (дата обращения: 15.06.2022).

3. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Квадро, 2021. — 624 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/103142.html> (дата обращения: 26.01.2021).

4. Липин, В.Д. Механизация технологических процессов в растениеводстве : учебное пособие / В. Д. Липин.— Уссурийск : ПГСХА, 2003. — 105 с.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619462 Российская Федерация. Программа расчета нормы эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств : № 2023617644 : заявл. 21.04.2023 : опубл. 11.05.2023 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

6. Старовойтов, В. И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе "поле-потребитель" : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Старовойтов Виктор Иванович. — Москва, 1995. — 37 с.

7. Выращивание миниклубней картофеля и топинамбура в условиях водно-воздушной культуры с использованием искусственного освещения / О. С. Хутинаев [и др.] // Вестник ФГОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". — 2018. — № 4(86). — С. 7-14.

8. Старовойтова, О. А. Инновационная грядовая Технология выращивания топинамбура и картофеля / О. А. Старовойтова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". — 2015. — № 1(65). — С. 11-14.

9. Starovoitov, V. I. Prospects of potato growing techniques in wide rows / V. I. Starovoitov, O. A. Pavlova, N. V. Voronov // Potato production and innovative technologies / Editors:Anton J. Haverkort and Boris V. Anisimov. — Wageningen : Wageningen Academic Publishers, 2007. — P. 246-251.

10. Старовойтова, О. А. Влияние ширины междурядий на температуру, влажность, плотность почвы и урожайность картофеля / О. А. Старовойтова, Н. Э. Шабанов // Вестник ФГОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". — 2016. — № 4(74). — С. 34-40.

11. К вопросу снижения потерь мощности в распределительной электрической сети / В. В. Павлов, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 216-219.

12. Патент № 2245011 С1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей : № 2003113825/12 : заявл. 12.05.2003 : опубл. 27.01.2005 / С. Н. Борычев, Г. К. Рембалович, И. А. Успенский ; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени проф. П.А. Костычева.

13. Патент № 2452880 С1 Российская Федерация, МПК F16D 66/02, F16D 65/08. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки : № 2010142377/11 : заявл. 15.10.2010 : опубл. 10.06.2012 / И. Н. Николотов [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

14. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Н. В. Бышов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 63-68.

15. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах / Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 488-498.

16. Снижение уровня повреждения перевозимой сельскохозяйственной продукции за счет использования устройства для стабилизации положения транспортного средства / Н. В. Аникин [и др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей : материалы XII Международной науч.-практ. конф., Владимир, 29–30 июня 2010 года. – Владимир: Владимирский государственный университет, 2010. – С. 319-322.

17. Инновационные решения уборочно–транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г. К. Рембалович [и др.] // Инновационные технологии и техника нового поколения - основа модернизации сельского хозяйства : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 05–06 октября 2011 года / Ответственный редактор: Лачуга Ю.Ф.. Том Часть 2. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2011. – С. 455-461.

18. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы / Н. В. Бышов [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 12(87). – С. 179-184.

19. Борычев, С. Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием усовершенствованных копателей, копателей-погрузчиков и комбайнов : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Борычев Сергей Николаевич. – Рязань, 2008. – 484 с.

20. Основные тенденции развития высокопроизводительной техники для картофелеводства / Н. Н. Колчин [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 4. – С. 46-51.

**УДК 631.316.2**

*Мартыхин С.О., аспирант,  
Кияйкин А.С., аспирант,  
Чаткин М.Н., доктор техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО МГУ имени Н.П. Огарева, г. Саранск, РФ*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Обработка почвы – одна из технологических операций возделывания сельскохозяйственных культур, которая формирует условия для обеспечения равномерного высева семян культивируемых растений на заданную глубину, создания условия для появления дружных всходов, формирования оптимальной корневой системы и является залогом получения программированного урожая. В зависимости от почвенно-климатических условий и возделываемой культуры земледельцы выбирают тот или иной технологический прием, который предусматривает основную (на глубину пахотного слоя), поверхностную (до 16 см) предварительные обработки поля после предшествующей культуры.

Для приведения переуплотненного почвенного и подпочвенного горизонтов, плужной подошвы в состояния, когда она может впитывать дождевые и зимние осадки, а корневая система растений развиваться, является агроприем, когда почва подвергается глубокому (до 60 см) рыхлению с помощью чизельных орудий [1]. Под воздействием рыхлительных лап происходит деформация и рыхление почвенного и подпочвенных горизонтов (рис. 1) [2]. Но вместе с тем в условиях недостаточной влажности на тяжелых по механическому составу почвах формируются крупные глыбы, которые если своевременно не разрушить, пересыхают и в дальнейшем их трудно разрушить. При глубоком рыхлении переуплотненной почвы, разрушая «плужную подошву» в засушливые годы, под крупными глыбами обнажаются нижние горизонты, которые в условия ограниченного увлажнения, становятся очагами испарения и потерь влаги из-под почвы, ухудшая ее влагообеспеченность, главный фактор формирования урожая.

Для разрушения почвенных глыб, выходящих из-под рыхлителей, орудия оборудуют дополнительными приспособлениями с различными пассивными и

активными рабочими органами. Анализ рабочих процессов разрушения крупных почвенных глыб и конструктивное исполнение рабочих органов указанных приспособлений показывает их недостаточную эффективность, выявляется ряд конструктивных недостатков. Поэтому в направлении совершенствования процессов улучшения машин для глубокого рыхления и повышения эффективности их использования работают отечественные и зарубежные исследователи [3,4].

Имеются исследования, в которых предлагается для эффективной работы почвообрабатывающих машин подбирать несколько последовательно взаимосвязанных воздействий рабочих органов на объект обработки – почву [5]. Указанные исследования и технические решения в большинстве своем связаны с поверхностной обработкой почвы и реализованы в комбинированных почвообрабатывающих машинах и агрегатах [6,7]. Они позволяют за один проход агрегата выполнить процесс подготовки почвы к посеву.

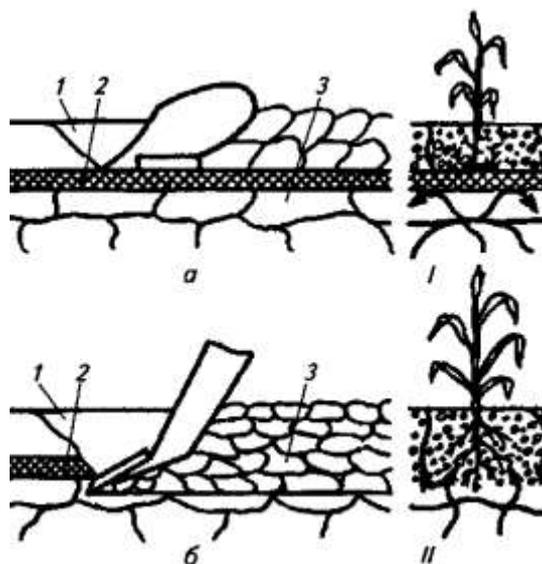


Рисунок 1 – Схема работы чизельного плуга:

1 – почвенный горизонт, 2 – плужная подошва, 3 – подпочвенный горизонт

Для того чтобы начать реализовывать избирательный подход к каждому участку поля в процессе обработки почвы следует начать с уточнения схемы почвообрабатывающей машины, его комплектования соответствующими рабочими органами, уточнения их взаимного расположения, возможностей регулирования степени воздействия на обрабатываемый материал. В процессе движения машинно-тракторного агрегата (МТА) возникают ситуации для регулирования интенсивности воздействия на конкретном участке поля. Известно, что состояние поля не одинаково, оно может значительно отличаться по механическому составу, плотности сложения, наличия корневой системы растений и т.д. Указанные обстоятельства влияют на результат воздействия рабочих органов и энергоёмкость процесса. Неоднородность состояния почвенного горизонта при его обработке приводит излишнему крошению и

распылению, или наоборот образованию крупных глыб на поверхности, для разрушения которых потребуется дополнительная обработка.

Процесс выбора последовательности воздействия на почву рабочих органов и их исполнительных элементов наиболее целесообразно в направлении наименее прочных связей между почвенными агрегатами. К таким относятся, когда разрываются, или сдвигается связи, соединяющие структурные агрегаты почвы. Наиболее трудно поддаются разрушению почва под воздействием рабочих органов, создающих напряжения сжатия. Силы и моменты сил в процессе действия рабочих органов на почву будут пропорционально площадям сечений, которые выполняют технологический процесс обработки почвы. Следовательно, для снижения энергозатрат, необходимо располагать рабочие органы орудия таким образом, чтобы абсолютные скорости рабочих элементов, в процессе взаимодействия с почвой, были с ориентированы по толщине. Пассивные рабочие органы с жестким креплением рабочих органов, которые первыми воздействуют на почву в направления движения агрегата, целесообразно исполнять с минимальным лобовым сечением. Последующие рабочие органы, в том числе ротационные, следует располагать за рыхлителями в зависимости от достижения планируемого эффекта разрушения почвенных агрегатов, назначения почвообрабатывающего орудия с учетом почвенных условий.

Также для снижения тягового сопротивления и общих энергозатрат в условиях обеспечения агротехнических показателей качества работы агрегатов, дополнительные приспособления для разрушения и рыхления глыбистой поверхности можно задействовать в активном или пассивном режиме. В современных условиях внедрения технологии точного земледелия подбор ротационных активных рабочих органов следует согласовать с возможностями их избирательного (точечного) воздействия с учетом складывающихся почвенных условий на конкретном участке поля. Имея дополнительный канал передачи энергии в активном режиме, возможно регулирование процесса путем интенсификации разрушения почвенных агрегатов на одном участке поля, а на другом, где почва менее уплотнена – предусматривать менее их активное воздействие, в том числе за счет вывода части рабочих органов от выполнения технологического процесса.

На кафедре мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарева проводится работа по использованию возможностей информационно-коммутационных (ИКТ) и цифровых технологий в системах управления технологическим процессом обработки почвы. Как уже отмечалось, необходимость избирательного подхода к выполнению технологических процессов с учетом состояния каждого участка поля для получения агротехнически допустимого результата при работе сельскохозяйственных машин, является одним из составляющих технологии точного земледелия, которая не применяется при обработке почвы. Для МТА планируется создать алгоритм управления, который

при избирательном воздействии в режиме реального времени или, по карте-заданию, через систему автоматического управления (САУ) вводит в работу требуемые рабочие органы в определенном режиме в зависимости от достигаемого результата, задаваемый и контролируемый системой. Следовательно, необходимо обосновать не только соответствующие рабочие органы, но и разработать систему управления для получения результата соответствующего агротехническим требованиям на данную операцию обработки почвы.

С учетом проведенного анализа сформулированы рабочая гипотеза и цель планируемой работы – получение требуемых показателей качества обработки почвы с учетом ее состояния и снижение энергозатрат. Результат планируется получить за счет регулирования соотношения скоростей машинно-тракторного агрегата и рабочих элементов ротационных рабочих органов, их конструктивного исполнения и степени воздействия на обрабатываемый материал соответствующего агротехническим требованиям. В качестве объекта исследований выбран глубокорыхлитель с приспособлением для дополнительной обработки почвы с ротационными рабочими органами, для работы в пассивном и активном режиме. Предметом исследования является получение требуемых закономерностей показателей качества обработки почвы, при оптимизации энергозатрат от конструктивных и режимных параметров рабочих органов.

### *Библиографический список*

1. Труфанов, В.В. Глубокое чизелевание почвы / В.В. Труфанов; Всесоюзная академия с.-х. наук им. В. И. Ленина. - М.: Агропромиздат, 1989. - 140 с.
2. Токушев, Ж.Е. Технология, теория и расчет орудий для разуплотнения пахотного и подпахотного горизонтов почвы : дис. ... д-ра техн. наук / Ж.Е. Токушев. – Москва. – 2003. - 284 с.
3. Новиков, А. Е. Чизельно-отвальная агротехническая мелиорация почвы при возделывании кукурузо-бобовых смесей в условиях орошения : дис. ... к-та техн. наук/ А. Е. Новиков. - Волгоград, 2009. - 194 с.
4. Пындак, В. И. Тяговое сопротивление чизельно-отвального орудия / В. И. Пындак, А. Е. Новиков // Тракторы и сельхозмашины. — 2010. - № 8. - С. 34–36.
5. Технологические основы комбинирования операций обработки почвы/ М. Н. Чаткин и др. // Роль науки и инновац. в разв. хозяйст. комп. региона : Материалы респ. научн. практ. конференции, 25-26 декабря 2003г., Наука и инновации в Республике Мордовия. Ч.1. Технические науки. – Саранск : изд. Мордов. ун-та. - С. 250-252.
6. Жук, А.Ф. Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты: обоснование, типы, конструкции / А.Ф. Жук // Техника в сельском хозяйстве. - №6. - 1999. – С. 12-13.

7. Обоснование дифференцированных параметров рабочих органов культиватора для предпосевной обработки почвы / М.Н. Чаткин, С.Е. Федоров, М.В. Бычков, А.А. Жалнин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2022. - С. 102-106.

8. Чаткин, М. Н. Определение параметров механизма регулирования катка комбинированного культиватора для дифференцированной обработки почвы / М. Н. Чаткин, С.Е. Федоров, А.А. Жалнин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023 – Том 15. –№3. – С. 163-169.

9. Агрохимические приемы повышения продуктивности севооборота / Г. Н. Фадькин, А. В. Шемякин, Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы V Международной научно-практической конференции, Рязань, 31 марта – 01 2021 года. – Рязань: ИП Коняхин Александр Викторович, 2021. – С. 423-427.

10. Механизация уборки и хранения клубнеплодов / О. А. Старовойтова [и др.]. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2018. – 102 с.

11. Оптический полевой мониторинг в оригинальном картофелеводстве / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, В. И. Балабанов, А. А. Манохина // Наука в центральной России. – 2019. – № 6(42). – С. 91-99.

12. Агронимические предпосылки модернизации туковысевающих машин в картофелеводстве / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина, Х. Н. о. Насибов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года / Редакционная коллегия: С.В. Стребков (председатель), А.Г. Пастухов (заместитель председателя), А.П. Слободюк и др., Компьютерная верстка: Д. Н. Бахарев, Н. В. Водолазская, А. С. Колесников. – Майский: Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, 2018. – С. 191-196.

13. Интеллектуальные технологии в оригинальном семеноводстве клубнеплодов : Аналитический обзор / Н. П. Мишуров, Т. А. Щеголихина, С. В. Жевора [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2023. – 84 с.

14. Старовойтов, В. И. Влияние предпосадочной обработки почвы на урожайность картофеля / В. И. Старовойтов, Х. Н. Насибов, О. А. Старовойтова // Вестник ФГОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2012. – № 2(53). – С. 47-50.

15. Выращивание картофеля и топинамбура с применением микроэлементов / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина, В. А. Чайка // Вестник ИрГСХА. – 2022. – № 108. – С. 41-52.

УДК 631.25

*Полищук С.Д., д-р техн. наук,  
Чурилов Д.Г., канд. техн. наук,  
Сидоров А.А., студент 4 курса,  
Гаврилин М.А., студент 4 курса  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ВАЖНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЗАКРЫТОГО СПОСОБА ХРАНЕНИЯ АВТОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ**

Погодные условия России являются достаточно разнообразными. Перепад температур может достигать существенных значений. Летом температура воздуха доходит до верхних значений столбика термометра, а зимой – опускается вниз. Из-за этого хранить дорожную технику на открытой местности становится небезопасно. Поэтому наибольшей популярностью на предприятиях пользуется закрытый способ хранения (рисунок 1).

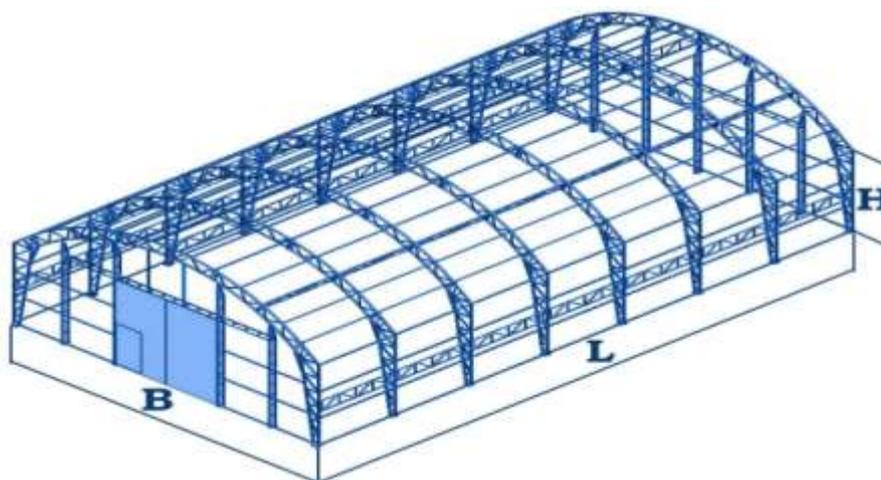


Рисунок 1 – Пример помещения,  
используемого для закрытого способа хранения автодорожной техники

Главным достоинством закрытого способа хранения дорожной техники является обеспечение защиты от внешних климатических факторов. Внутри помещения создаётся специальный микроклимат, который соответствует установленным условиям эксплуатации автодорожной техники. Важно, чтобы в выбранном помещении не было источников сырости: например, подвала или открытой канализации, потому что излишняя влага способствует процессам разрушения материалов, из которых изготавливается вся эксплуатируемая техника, повышается риск возникновения грибка и появления плесневых плёнок.

При конструировании помещения важно обращать внимание на выбор локации. Объект не должен затапливаться и создавать помехи. При выборе места проводят анализ почв, на основании которого делают соответствующий отчёт. Самыми опасными являются болотистые и песчаные почвы, так как заложенный для постройки сооружения фундамент может существенно уйти вниз, что нарушит требования безопасности конструкции и нормы бережливого производства. Предпочтительными считаются почвы с достаточно твёрдым грунтом, расположенные на безопасном расстоянии от болот и других водоёмов.

Помещение для постоянного хранения техники должно хорошо проветриваться и иметь вентиляционный канал. График проветривания должен заполняться в соответствии с установленными на предприятии нормами и в зависимости от специфических требований хранения определённых видов агрегатов.

Стены объекта должны быть утеплены настолько, чтобы выдерживать зимние морозы (рисунок 2). В зависимости от региона, толщина утеплителя может варьироваться. В южных регионах она существенно меньше, чем в северных. Её величина не должна выходить за допустимый диапазон, потому что это скажется не только на технике, но и на выделенных на обслуживание ресурсах. Бережливое производство предполагает рациональный расход материалов, для реализации которого необходима грамотная экономическая политика.

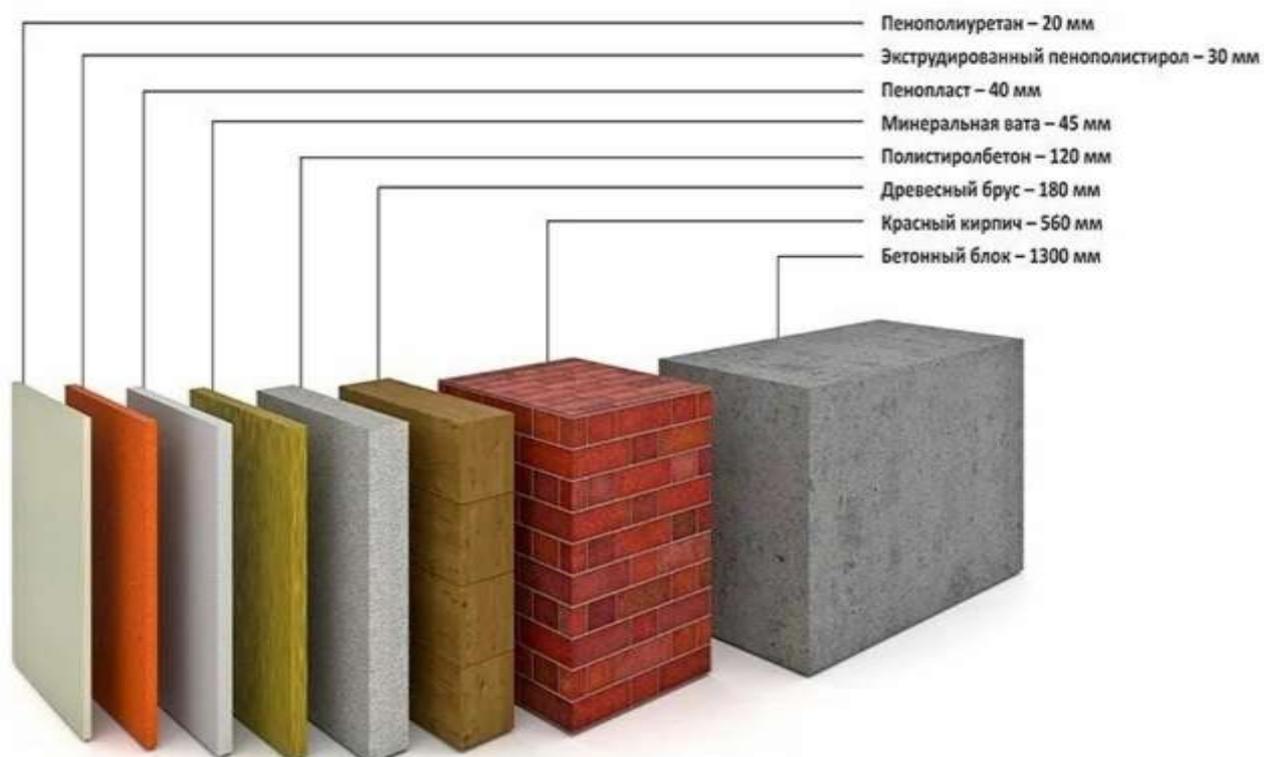


Рисунок 2 – Различные виды материалов, используемых для строительства стен

Размеры хранилища варьируется в зависимости от предъявляемых к нему требований и количества техники. Объект может быть выполнен как из отдельных листов металла, так и из более прочных строительных материалов: кирпича, бетонных блоков и т.д.

Некоторые помещения, предназначенные для длительного хранения техники, имеют открывающуюся крышу. Это позволяет обеспечивать проветривание объекта и может служить дополнительным источником света в солнечный период. Крыша может открываться как вручную, так и дистанционно (с помощью пульта управления). Второй вариант является более удобным и инновационным.

На крыше объекта могут располагаться солнечные батареи, которые служат дополнительным источником энергии в солнечные периоды (рисунок 3). Энергия, получаемая от солнца, расходуется на освещение помещения, работу электроприборов и подзарядку генератора. Данное решение является экологичным и позволяет экономить и без того ограниченные ресурсы.



Рисунок 3 – Применение солнечных батарей на крыше помещения, предназначенного для хранения автодорожной техники

Существуют два варианта хранения автодорожной техники: совместно с рабочим агрегатом и отдельно от него. В первом случае в помещении достаточно наличия одной зоны, на которой и выполняется хранение. Во втором – внутри объекта должно выполняться разделение на зону хранения самой автодорожной техники и зону хранения её агрегатов. Иногда данные зоны отделяют стеной или перегородкой, но, чаще всего, разделение условное. Технические машины находятся на одном большом пространстве, но дистанция между ними отличается в зависимости от их конструкции.

На объекте может быть специальная комната отдыха для сотрудников, мойка и мастерская для выполнения технических осмотров и обслуживания

(рисунок 4). Расположение всех этих составляющих в одном месте существенно экономит время и повышает КПД работников. Эффективность труда – является одним из важнейших факторов, влияющих на статус и рентабельность дорожной компании. Наличие помещений для обеспечения закрытого способа хранения автодорожной техники существенно поднимает рейтинг предприятия и положительно сказывается на его развитии.



Рисунок 4 – Пример мастерской для выполнения ремонтных работ

Строительство помещений для закрытого способа хранения автодорожной техники оправдывает себя и минимизирует риски поломок (рисунок 5) после длительного простоя. Рациональный подход и грамотное распределение ресурсов позволяют повысить эффективность хранения, что положительно сказывается на бюджете предприятия и общих показателях эффективности.

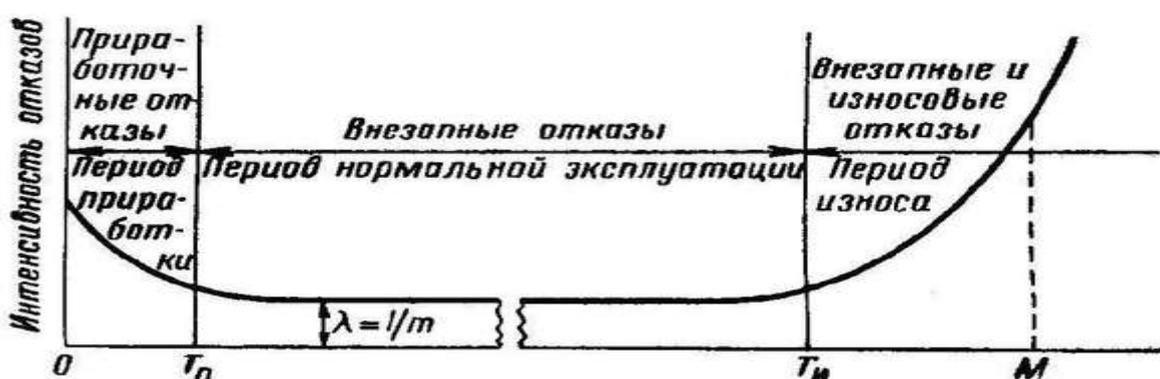


Рисунок 5 – График прогноза поломки

Закрытый способ хранения автодорожной техники является самым безопасным. Он позволяет уберечь технику от внешних воздействий и создать благоприятный для конкретной машины микроклимат, что положительно влияет на её последующую эксплуатацию. Оборудование и обслуживание

объекта, на котором осуществляется хранение, требует существенных материальных вложений, но, если всё делать грамотно, можно сэкономить без ущерба для техники.

### *Библиографический список*

1. Полищук С.Д. Защита латунных деталей с.-х. техники от воздействия коррозионной среды / С.Д. Полищук, М.Н. Горохова // Тракторы и сельхозмашины. - 2013. - № 4. - С. 50-53.

2. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

3. Хранение сельскохозяйственной техники с соблюдением эксплуатационных требований / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, С. В. Колупаев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 61-69.

4. Ерохин, А. В. О периодичности технического обслуживания тракторов / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 202-207.

5. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 16-21.

6. Поляков, М.В. Повышение производительности труда за счет материального стимулирования труда / М.В. Поляков, М.Ю. Пикушина, В.В. Чурилова // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск. - 2022. - С. 158-162.

7. Ерохин, А. В. Главные аспекты технического обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции,

приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 196-201.

8. Обоснование режимов применения технологической оснастки для обработки деталей методом пластической деформации / Д.Г. Чурилов, И.С. Арапов, А.В. Старунский, С.Д. Полищук // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2021. - Т. 13. - № 2. - С. 136-141.

9. Промышленное использование хромирования при ремонте деталей сельскохозяйственной техники / Д.Г. Чурилов, И.С. Арапов, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 4 (44). - С. 120-125.

10. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

11. Патент № 2648924 С2 Российская Федерация, МПК F16D 66/02. Устройство для контроля изнашивания тормозной колодки : № 2016137464 : заявл. 19.09.2016 : опубл. 28.03.2018 / А. А. Симдянкин, И. А. Успенский, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

12. Старовойтов, В. И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе "поле-потребитель" : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Старовойтов Виктор Иванович. – Москва, 1995. – 37 с.

13. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженовский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1(134). – С. 46-52.

14. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка: практикум : Практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 - "Агроинженерия" и направлению подготовки магистров 35.04.06 - "Агроинженерия" / А. Г. Арженовский, С. В. Асатурян, С. Л. Никитченко [и др.]. – Зерноград : Азово-Черноморский инженерный институт - филиал ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет" в г. Зернограде, 2015. – 166 с.

15. Гидротехнические сооружения: виды и классификация / И. В. Шеремет [и др.] // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО

«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 365-369.

16. Патент на полезную модель № 47312 U1 Российская Федерация, МПК В62D 33/10. Подвеска кузова транспортного средства : № 2005100671/22 : заявл. 11.01.2005 : опубл. 27.08.2005 / Н. В. Аникин [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская ГСХА им. проф. П.А. Костычева.

17. Патент на полезную модель № 102171 U1 Российская Федерация, МПК А01В 76/00. Устройство для гашения энергии падающих клубней плодов картофеля : № 2010124021/21 : заявл. 11.06.2010 : опубл. 20.02.2011 / К. С. Беркасов [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева.

18. Патент на полезную модель № 96547 U1 Российская Федерация, МПК В62D 1/00. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов : № 2010100253/22 : заявл. 11.01.2010 : опубл. 10.08.2010 / Д. В. Безруков [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева.

19. Патент на полезную модель № 95960 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей : № 2010106584/22 : заявл. 24.02.2010 : опубл. 20.07.2010 / Р. В. Безносюк [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

## УДК 631.51

*Рембалович Г.К., д-р техн. наук, профессор,  
Юмаев Д.М., канд. техн. наук, ст. преподаватель,  
Исмаев Р.Р., аспирант I курс  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ АГРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Агротехническая обработка почвы — это совокупность мероприятий, направленных на изменение состава грунта и повышение урожайности с использованием ручного оборудования или специальной техники (рисунок 1).

Основная цель обработки — улучшение физических, химических и биологических свойств земли до и после посева различных культур.

В зависимости от очередности проведения выделяют три вида агротехнической обработки почвы (рисунок 3):

Первичная обработка выполняется глубиной от 16 см и более. Она включает в себя лущение и вспашку, осуществляемую сразу после сбора урожая с применением плуга или глубоких рыхлителей.

Нормальная почва вспахивается на глубину до 25–27 см, торфяная – до 40 см, а земля, обогащенная минералами, – до 30 см.



Рисунок 1 – Агротехническая обработка почвы

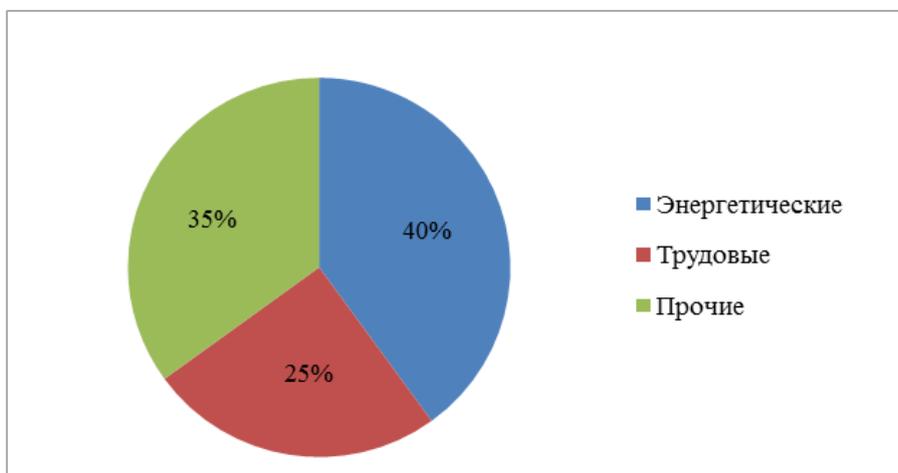


Рисунок 2 – Диаграмма общего количества затрат на обработку почвы

Поверхностная обработка включает рыхление, боронование, культивацию, подрезку сорняков и уплотнение верхнего плодородного слоя при уходе за посевами, глубиной до 8 см.



Рисунок 3 – Виды агротехнической обработки почвы

Специализированная обработка проводится в соответствии с потребностями грунта и может включать рыхление, дискование или фрезерование.

Основной обработкой является вспахивание, которое проводится поздним летом или осенью под посев озимых культур, а также весной перед посевом яровых зерновых [1,2].

После вспашки почва получает рыхлую структуру, что способствует аэрации и активности микрофлоры. Остатки сорняков перемещаются в глубокие слои почвы для перегнивания.

Для полноценной подготовки почвы к посевным работам недостаточно простой вспашки. Осенью и весной аграрии проводят комплекс процедур для восстановления посевных площадей [2].

Одной из таких процедур является выравнивание почвы. Это обязательная агротехническая обработка, выполняемая до и после посева озимых культур. Процедура необходима для уменьшения испарения влаги и показателей глыбистости, подготовки участка к орошению, равномерной заделки семян, качественной работы посевных и уборочных машин, а также ухода за растениями [3,4].

Перед посевом различных культур, рассматриваются не только те или иные виды агротехнической обработки, но и следующие факторы: тип и химический состав почвы, рельеф и климатические условия, количество минеральных и органических удобрений, и т.д. Для выравнивания почвы применяют шлейфование, боронование, прикатывание и культивацию (рисунок 4) [4,5].



Рисунок 4 – Виды выравнивания почвы

Боронование — это прием поверхностной обработки, который обеспечивает крошение, рыхление и выравнивание, создавая мелкокомковатое строение верхнего слоя почвы и уничтожая всходы сорняков (рисунок 5).

Главная задача боронования — разбить крупные комья и сформировать почвенную структуру, пригодную для посева семян. Эта процедура помогает уплотнить приповерхностные слои, что способствует лучшей заделке удобрений и сохранению влаги в пахотном слое.



Рисунок 5 – Боронование

Боронование используется в системе предпосевной обработки почвы, при уходе за посевами, парами, пастбищами и многолетними травами [6,7].

Предпосевное боронование совмещают с культивацией, для рыхления и выравнивания почвы, заделки удобрений и подготовки семенного ложа.

При послепосевном и довсходовом бороновании озимых, пропашных культур и многолетних трав удаляется 70-80% всходов малолетних сорных растений, разрушает поверхность почвы, улучшает аэрацию и активизирует микробиологические процессы, особенно на тяжелых почвах [7,8].

Прикатывание — это прием поверхностной обработки почвы, который обеспечивает ее уплотнение, крошение глыб и частичное выравнивание поверхности. Этот процесс осуществляется для предпосевного уплотнения и выравнивания предварительно вспаханной или разрыхленной почвы (рисунок 6).

Главные цели прикатывания — улучшение подтока почвенной влаги и регулирование испарения. Прикатывание необходимо, когда почва до посева не успела осесть после вспашки. В противном случае узел кущения зерновых может остаться на поверхности почвы, что негативно сказывается на развитии растений, особенно озимых культур [8,9].

Предпосевное прикатывание служит для выравнивания рельефа, повышает капиллярность почвы и прогревание верхнего слоя, разрушает крупные комки почвы, способствует равномерной глубине заделки семян, особенно у мелкосеменных культур, таких как лен, клевер, люцерна и корнеплоды.

Помимо этого, прикатывание помогает защитить почву от ветровой эрозии и используется для устранения ледяной корки на посевах озимых культур, а также при выпирании растений весной [9,10]. Этот прием обработки применяется как самостоятельно, так и в комбинации. Например, со вспашкой, культивацией и боронованием.

Шлейфование предназначено для выравнивания поверхности излишне рыхлых почв, что способствует снижению испарения влаги и обеспечивает эффективную заделку семян. Проводится одновременно или сразу после боронования (рисунок 7).



Рисунок 6 – Прикатывание

Основными целями шлейфования являются уменьшение неровностей в почве, подавление сорняков, создание условий для равномерного прорастания семян и упрощение сбора урожая.

Этот метод обработки почвы может быть особенно полезным в садоводстве и городском земледелии, где создание оптимальных условий для роста растений и обеспечение удобства при уходе имеют большое значение.

Культивация — еще один прием поверхностной обработки почвы, который используется для обработки верхних слоев почвы без их переворачивания. Обычно, она выполняется с помощью рыхлителей, культиваторов и аналогичных инструментов [9, 10]. Этот процесс позволяет удалить сорняки, создать более рыхлую почву и обеспечить хорошую вентиляцию корневой зоны (рисунок 8).



Рисунок 8 – Культивация

Культивация может помочь в разрушении почвенной корки, которая иногда образуется на поверхности почвы и препятствует проникновению влаги и воздуха к корням растений. Этот метод обработки почвы может быть полезен в садоводстве и сельском хозяйстве, особенно при выращивании культур, которые требуют хорошего дренирования и доступа кислорода.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в ходе агротехнической обработки почвы важно соблюдать установленные агротехнические требования, применение устойчивых методов и технологий. Кроме того, грамотная агротехническая обработка почвы позволяет получать

высокие урожаи и систематически улучшать качество земель, сохраняя их для дальнейшего использования [10].

### *Библиографический список*

1. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская ГГСХА, 2023. – С. 252-253.;

2. Даниленко, Ж. В. Состояние почвы и выбор технологического процесса её обработки / Ж. В. Даниленко, Г. К. Рембалович, В. А. Макаров // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 55-61.

3. Желтоухов, А. А. Обзор малогабаритных сельскохозяйственных машин для малых частных фермерских хозяйств / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.

4. Земледелие : учебное пособие для вузов / С. А. Курбанов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 274 с. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].с. 1 — URL: <https://urait.ru/bcode/537799/p.1> (дата обращения: 19.01.2025)

5. Машины и устройства для уборки картофеля с учетом различных типов почвы / О. В. Филюшин, А. И. Ушанев, Е. А. Шамбазов, Д. М. Юмаев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 91-97.

6. Нуждин, М. Г. Цифровизация управления сельским хозяйством посредством внедрения информационных технологий и платформенных решений / М. Г. Нуждин, И. Г. Шашкова, Г. К. Рембалович // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 530-538.

7. Особенности возделывания сельскохозяйственных культур в регионе / О. С. Фомин [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 9. – С. 216-221.

8. Системы обработки почвы под зерновые культуры в Рязанской области / Н. И. Белоусов, С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве: Материалы национальной науч.-практ. конф., посв. памяти д.т.н., профессора Бычкова В.В., Рязань, 28 февраля 2023 года – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 104-111;

9. Фунтиков, Э. И. Инновационные технологии в сельском хозяйстве / Э. И. Фунтиков, Д. С. Михеев, Г. К. Рембалович // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студ. научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 71-72.

10. Юмаев, Д. М. Анализ современных машин для выравнивания микрорельефа и планировки поверхности поля / Д. М. Юмаев, М. Ю. Костенко, Г. К. Рембалович // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 308-316.

11. Патент на полезную модель № 47312 U1 Российская Федерация, МПК В62D 33/10. Подвеска кузова транспортного средства : № 2005100671/22 : заявл. 11.01.2005 : опубл. 27.08.2005 / Н. В. Аникин [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева.

12. Патент на полезную модель № 102171 U1 Российская Федерация, МПК А01В 76/00. Устройство для гашения энергии падающих клубней плодов картофеля : № 2010124021/21 : заявл. 11.06.2010 : опубл. 20.02.2011 / К. С. Беркасов, С. Н. Борычев, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева.

13. Патент на полезную модель № 96547 U1 Российская Федерация, МПК В62D 1/00. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов : № 2010100253/22 : заявл. 11.01.2010 : опубл. 10.08.2010 / Д. В. Безруков [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева.

14. Патент на полезную модель № 95960 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей : № 2010106584/22 : заявл. 24.02.2010 : опубл. 20.07.2010 / Р. В. Безносок [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

15. Патент № 2454850 С1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей : № 2011105511/13 : заявл. 14.02.2011 : опубл. 10.07.2012 / В. А. Павлов [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

16. Activators of Biochemical and Physiological Processes in Plants Based on Fine Humic Acids / G. Churilov, S. Polishuk, M. Kutskir [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 3, Tambov, 21–22 мая 2015 года. – Tambov, 2015. – P. 012040.

17. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля / М. Ю. Костенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 1166-1187.

18. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной

техники / Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 86. – С. 300-311.

19. Математическая модель технологического процесса картофелеуборочного комбайна при работе в условиях тяжелых суглинистых почв / Н. В. Бышов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 4(24). – С. 59-64.

20. Универсальное транспортное средство для перевозки продукции растениеводства / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики В.П. Горячкина, Москва, 17–18 сентября 2013 года. Том Часть 2. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2013. – С. 241-244.

21. Успенский, И. А. Интерактивный выбор рациональной технологии уборки картофеля / И. А. Успенский, С. Н. Борычев, А. И. Бойко // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : Материалы 65-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20–21 мая 2014 года / МСХ РФ ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2014. – С. 141-142.

22. Анализ внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции / Н. В. Аникин [и др.] // Перспективные направления автотранспортного комплекса : II Международная научно-производственная конференция, Пенза, 18–20 ноября 2009 года. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – С. 111-113.

23. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники / Н. В. Бышов [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2010. – 186 с.

24. Инновационные решения в технологиях и технике для внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции растениеводства / И. А. Юхин [и др.] // Инновационные технологии и техника нового поколения - основа модернизации сельского хозяйства : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 05–06 октября 2011 года / Ответственный редактор: Лачуга Ю.Ф.. Том Часть 2. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2011. – С. 395-403.

25. Технологическое и теоретическое обоснование конструктивных параметров органов вторичной сепарации картофелеуборочных комбайнов для работы в тяжелых условиях / Н. В. Бышов [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2012. – № 4(16). – С. 87-90.

*Константинов С.К., студент,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Утолин В.В., д-р техн. наук,  
Соколов А.А., канд. с.-х. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ**

Для получения высоких и стабильных урожаев картофеля необходимо правильно подбирать виды и марки удобрений, рассчитывать дозы, и определять оптимальные сроки внесения. От данных факторов зависит как валовая урожайность культуры, так и качественные характеристики продукции (содержание крахмала, органолептические показатели).

Есть рекомендации для ранних и среднеранних сортов картофеля вносить 60% азотных удобрений до посадки, остальные 40% в течение вегетации [9].

Существует ряд вариаций внесения диаммофоски с осени под зяблевую вспашку. Такие элементы, как фосфор и калий не мигрируют или перемещаются в слоях почвы крайне незначительно. Азот можно потерять, но в теории нитратный промывается, аммонийный чаще испаряется, хотя есть мнение, что испаряется аммиачный. По логике, если внести осенью, то микроорганизмы не переработают аммоний в аммиак, но даже если переработают, то аммиак должен связаться с почвенной влагой и не переходить в газообразную фракцию. На этом стоит технология внесения безводного аммиака в почву, но всё зависит от структуры почвы, ее гранулометрического состава, насыщенности основаниями и запасами продуктивной влаги (ЗПВ) в метровом ее слое, и, значит, от степени промывного режима [1].

В итоге на выходе должны получить удобрения на глубине 25-28 см, что как раз чуть ниже залегания маточного клубня, плюс за осень, зиму и весну гранулы растворятся [9].

Но, с другой стороны, есть другая точка зрения, что осеннее внесение азота – расточительство, поскольку азот и в аммонийной и нитратной форме слабо удерживается почвенным поглощающим комплексом (ППК) и может вымываться осенне-весенними осадками, а возможность удержания амидных форм азота(карбамида), вообще, под вопросом, поскольку карбамид — это не электролит и он не может образовывать ионы. Но эти т.н. «потери» не бесполезные, поскольку, после внесения диаммофоски, почвенные микроорганизмы поглотят азот для разложения соломистых и корневых остатков, а, значит, произойдет обогащение почвы доступными для усвоения корнями элементами минерального питания.

Следует избегать попадания макро- и мезо- элементов (N,P,K,Mg,Ca) непосредственно в район корневой системы по двум важным причинам. Во-

первых, соли этих элементов локально создадут зону высокого осмотического давления, в которой будут погибать корни. В народе это называют «химический ожог». В результате подавления первичного корнеобразования затянется период появления всходов, а растения будут отставать в развитии. Во-вторых, попадание в зону прорастания клубней избытка азота вызовет т.н. «жирование» - стебли вытянутся, высока вероятность полегания, и продолжительность вегетационного периода затянется, при этом отток питательных веществ в клубни будет слабее и десикацией или сеникацией в данном случае проблему не решить [11].

Корневая система картофельного куста представляет собой совокупность корневых систем отдельных растений, его составляющих. Ее мощность определяется количеством стеблей в кусте. На каждый стебель приходится по 20-25 корешков. Они образуются из оснований почек, находящихся на подземных побегах. Отдельные корни картофеля могут проникнуть на глубину 150 см, но основная их масса находится в слое почвы глубиной до 60 см, причем 60-65% корней размещаются в поверхностном слое (до 20 см). Вширь корни разрастаются на расстояние до 50 см от стебля [9].

Корни растут и ветвятся в направлении лучшего питания, но никогда не направляются вверх. В норме, у картофеля 80% корней находится в зоне 0-25 см. Ясно, что мочковатая корневая система, в основном, в этой зоне и ветвится. Но никогда корни не поднимаются вверх. Если дождь увлажнил зону 0-20 см, то в этой зоне и проходит ветвление корней [3].

В первый период развития растений картофеля, удобрения, внесённые сбоку от клубня на глубине клубня недоступны. Сначала формируются новые клубни на уровне материнского, спустя месяц после посадки формируется второй ярус корней. В этот период и начинают расти клубни, но удобрения, находящееся на расстоянии более 5 см от клубня и сбоку, не доступны корням. И только позже, постепенно корни второго и третьего яруса начинают проникать в зону расположения минеральных удобрений. Но сначала эти удобрения должны развить достаточную листовую поверхность, и только после этого произойдёт ускоренный отток питательных веществ из листьев в клубни, что мы видим как ускоренное увеличение поперечного диаметра клубня. В итоге получаем один из дефектов – грушевидность клубней. Грушевидная форма опасна по двум причинам. Часть клубня с маленьким поперечным диаметром проваливается между прутками при уборке и сильнее оббивается. Поэтому лежкость таких клубней значительно ниже [9].

Корневая система картофельного куста представляет собой совокупность корневых систем отдельных растений, его составляющих. Ее мощность определяется количеством стеблей в кусте. На каждый стебель приходится по 20-25 корешков. Они образуются из оснований почек, находящихся на подземных побегах. Отдельные корни картофеля могут проникнуть на глубину 150 см, но основная их масса находится в слое почвы глубиной до 50-60 см, причем до 60 % корней размещаются в поверхностном слое (до 20 см). Вширь корни разрастаются на расстояние до 50 см от стебля [5].

Размер и характер развития корневой системы зависит от типа почвы, глубины залегания грунтовых вод, условий питания, густоты посадки, сорта и других показателей [9].

Корневая система достигает наибольшей мощности во время цветения.

Десятки лет назад картофелеводы пришли к верному выводу: самое лучшее место для распределения минеральных удобрений - на 2 сантиметра ниже материнского клубня, поскольку в этой зоне они не обжигают корни и раньше всего становятся доступными для корней. Кроме того, в условиях угрозы засухи они меньше всего подвержены высушиванию [7].

Получаются противоречия. С одной стороны, мы должны заложить удобрения на 2 см ниже залегания маточного клубня, чтобы корни начали сразу потреблять элементы питания. С другой стороны, при внесении 250-400 кг диаммофоски в рядок, концентрация солевых растворов должна создать зону высокого осмотического давления, т.к. первые корни проросшего клубня, двигаясь вниз, должны "упереться" в еще не растворившиеся удобрения.

В дальнейшем на подземных частях стеблей сформируются корни, они прорастут в те зоны, в которые удобрения попали, ведь эти корни образовались не в зоне клубней, а выше. Но пока эти вторичные корни дорастут до зоны, в которую внесены удобрения, уже заложатся новые клубни и некоторое время они будут развиваться слабо ввиду минерального голодания [11].

Но зона высокого осмотического давления не создается по трём причинам:

1) Удобрение распределяется широкой лентой по основанию гребня, а не в узкий рядок от прохода диска;

2) При распределении по ленте удобрение перемешивается с почвой, распределяется в достаточном объёме почвы, чтобы предотвратить ожоги;

3) Слой почвы в 2 см между слоем смеси почвы с удобрением и зоной высадки клубня предотвращает воздействие зоны высокого осмотического давления на образующиеся корни.

Вносить удобрения можно с помощью сошника, состоящего из двух частей: передняя часть распределяет ленту удобрений, вторая - засыпает их землёй, формирует семенное ложе и раскладывает на него клубни. Двумя сошниками, движущимися друг за другом: первый идёт глубже второго, распределяет лентой, смешивает с почвой и засыпает почвой; а второй снова открывает рядок, но только на глубину посадки клубней и высаживает клубни на почву [4].

В любой форме фосфор прочно фиксируется в почве. Даже на поливе, миграция фосфора от места внесения не превышает пяти сантиметров. Существует только один способ обеспечения для питания (а не для регуляции) доступа фосфора к растениям – вносить фосфорные удобрения на путях роста корней. При листовых подкормках поступление фосфора - для регуляции метаболизма, поскольку, количественно, поступление очень малое по сравнению с основной потребностью.

Во всём мире более ценным удобрением считается диаммофоска NPK 10:26:26, именно его приобретают для составления рецептур комплексного удобрения при основном внесении на конкретных участках по результатам агрохимических исследований [2].

Такой элемент, как сера, выгоднее вносить после посадки в составе сульфата аммония гранулированного.

Также возникает много вопросов по внесению хлористого калия под картофель, а именно по количеству и срокам. Часто накопление ионов хлора и водорода в почве негативно влияет на развитие растений и урожайность картофеля.

В почвенном растворе избыточные ионы хлора находятся в виде соляной кислоты, которая убивает кончики корней. При увеличении мы видим, что корни сильнее нормы ветвятся, а образующиеся корни снова ветвятся. Это происходит потому, что соляная кислота убивает кончик корня, а растение пытается компенсировать его потерю тратить внутренние ресурсы на формирование новых корней. Кроме того, избыток хлора обнаруживается по хлорозу (жёлто-зелёной окраске) листьев, но она маскируется тёмно-зелёной окраской листьев, поскольку в этот период времени активно используется азот [5].

Обнаружение отрицательного действия хлора на растения и их корни при внесении хлорсодержащих удобрений требует внимательного наблюдения за состоянием растений и анализа почвы [7].

Поэтому предпочтительно использование бесхлорных удобрений. Кроме того, органические удобрения (компост и навоз) помогают улучшить структуру почвы и снизить токсическое действие хлора.

Правильный подбор оптимальной схемы питания позволит получать стабильные и высокие урожаи качественного картофеля.

### *Библиографический список*

1. Анисимов, С. А. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов / С. А. Анисимов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 231-234.

2. Вертикальное озеленение, как фактор экологического равновесия городских техноландшафтов / А. А. Кунцевич, Т. С. Ткач, А. В. Ручкина, А. А. Соколов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 146-148.

3. Виноградов, Д. В. Влияние норм высева и уровня минерального питания на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // АгроЭкоИнфо. – 2014. – № 1(14). – С. 1.

4. Виноградов, Д. В. Влияние норм высева и удобрений на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6(105). – С. 182-187.

5. Влияние гуминовых кислот на повышение плодородия почвы / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич, К. Д. Сазонкин, А. В. Ручкина // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 260-264.

6. Вопросы озеленения городских ландшафтов / А. А. Кунцевич [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-44.

7. Кунцевич, А. А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 91-94.

8. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 291-296.

9. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

10. Особенности применения минеральных удобрений при выращивании картофеля / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 309-313.

11. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.

12. Сафронова, Д. Р. Виды удобрений / Д. Р. Сафронова, С. А. Камаев, А. А. Кунцевич // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец, 24 октября 2023 года. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 87-90.

13. Выращивание миниклубней картофеля и топинамбура в условиях водно-воздушной культуры с использованием искусственного освещения / О.

С. Хутинаев [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 4(86). – С. 7-14.

14. Гордиенко, А. Н. Влияние гуматов и минеральных удобрений на урожай картофеля / А. Н. Гордиенко, Г. Н. Фадькин // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 10-13.

15. Амелина, Т. Ю. Изучение влияния препаратов на основе гуматов на рост и урожай картофеля / Т. Ю. Амелина, Г. Н. Фадькин // Теоретический и практический потенциал в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства : Материалы Национальной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Рязань, 04 марта 2021 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 5-8.

16. Оптический полевой мониторинг в оригинальном картофелеводстве / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, В. И. Балабанов, А. А. Манохина // Наука в центральной России. – 2019. – № 6(42). – С. 91-99.

**УДК 636.5.033**

*Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Соколов А.А., канд. с.-х. наук,  
Мартынушкин А.Б., канд. экон. наук,  
Поляков М.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЯНТАРНАЯ КИСЛОТА КАК ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ**

Высокоинтенсивные технологии производства продукции растениеводства используют значительное количество удобрений, содержащих не только макроэлементы, но и мезо- и микроэлементы, а также широкий спектр средств защиты растений последних поколений и стимуляторов роста и развития. У агрохимиков и агрономов стоит важная задача использовать максимальный потенциал современных сортов и гибридов с высоким коэффициентом полезного действия при относительно низких затратах. Поэтому в последнее время находит широкое применение использование альтернативных вариантов повышения урожайности сельскохозяйственных культур [7].

Наряду с микроэлементами в хелатной форме, интенсивные технологии производства продукции растениеводства подразумевают и использование органических кислот, витаминов, аминокислот, различных вытяжек из растительного сырья (морских водорослей), бурых углей и торфа (лигногуматы и гуматы), продуктов жизнедеятельности микрофлоры (бактериальные удобрения и стимуляторы роста).

Здесь нельзя не обойти вниманием янтарную кислоту, которую рекомендуют применять как отдельно, так и в составе комплексных средств и соединений. Нельзя не отметить роль данного вещества как хелатирующего агента (наряду с другими органическими кислотами, например лимонной и яблочной) [10].

Янтарная (сукциновая) кислота  $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$  относится к группе двухосновных предельных карбоновых кислот. Впервые исследование содержания янтарной кислоты в организме человека было произведено Робертом Кохом в 1865 году, во время его обучения на медицинском факультете Геттингенского университета [3].

Янтарная кислота (ЯК) является малотоксичным соединением и не оказывает мутагенное и тератогенное действие [4, 5].

Янтарная кислота и ее соли (сукцинаты) представляют собой универсальный внутриклеточный метаболит, широко участвующий в обменных реакциях в организме. Значимость ЯК в клеточном обмене обусловлена ее участием в цикле трикарбоновых кислот (ЦТК и цикл Кребса).

Она содержится практически во всех живых организмах: в клетках растений, животных, бактериях. В природе она в большом количестве присутствует в янтаре и буром угле. Уже с давних времен янтарную кислоту применяли для обработки корней и опрыскивания растений, замачивания семян и черенков. Интерес к ней возник из-за того, что она является природным метаболитом и даже при превышении рекомендуемой нормы не принесет никакого вреда ни человеку, ни растениям. Это экологически чистый, природный активатор роста и цветения, а также сильный иммуномодулятор [5].

Янтарная кислота является участником процесса обмена веществ (т.н. цикла трикарбоновых кислот), который един у всех живых организмов на планете. Она способствует образованию АТФ, без которой не происходят эти процессы. Механизм ее действия состоит в том, что она может восполнять дефицит энергии, который развивается у растений при любых неблагоприятных условиях, если есть повреждения, вызванные болезнями, вредителями, пестицидами и т.п.

Обычно влияние любого неблагоприятного фактора сопровождается активацией свободных радикалов, которые оказывают неблагоприятное воздействие на все звенья метаболизма и растения в целом, что снижает его продуктивность и может привести к гибели. Действие янтарной кислоты определяется, прежде всего, ее антиоксидантными свойствами, способностью стабилизировать работу всех жизненно важных систем в неблагоприятных

условиях, что обеспечивает устойчивость растений к данным факторам и способствует увеличению продуктивности [8].

Усиленное образование янтарной кислоты и ее производных в организме происходит в момент появления стресса. Поэтому ее положительное действие на растение часто обнаруживается только при неблагоприятных условиях, а при благоприятных – не всегда. Количество янтарной кислоты, которую может усвоить растение, довольно мало, поэтому применяют ее в малых и сверхмалых дозах.

При внесении в почву бактерии и грибы сразу поглощают и используют эту кислоту на свои энергетические нужды, что может благоприятно влиять на полезную микрофлору почвы в целом. Оптимальный способ внесения янтарной кислоты - работа по листу. Но сама кислота не является подкормкой и собственно удобрением, а только т.н. «стимулирующим фактором», она повышает усвоение элементов питания из удобрений и почвы. Янтарная кислота усиливает действие элементов питания и позволяет снижать нормы их применения, что часто экологически и экономически оправдано. Аналогично касается и средств защиты растений [9].

Наличие широкого спектра полезных свойств позволяет применять янтарную кислоту для решения следующих задач:

- стимулирования роста растений;
- повышения синтеза хлорофилла;
- снижения риска заболеваний растений;
- улучшенного усвоения элементов питания;
- стимулирования активности микрофлоры почвы;
- повышения жизнестойкости растений при воздействии неблагоприятных факторов, как внешней, так и внутренней природы.

Янтарную кислоту рекомендуется применять при предпосевной обработке, укоренения рассады и черенков, для стимуляции корневой системы, стимуляции роста и развития растений, при борьбе с болезнями растений и снижения стресса.

При предпосевной обработке семян для стимулирования роста в начальный этап развития растений, применяется 0,2%-ный водный раствор янтарной кислоты.

В качестве стимулятора укоренения черенков и рассады овощных и декоративных культур, рекомендуется использовать 0,5 - 1% раствор янтарной кислоты.

Для лучшей приживаемости рассады любых культур непосредственно перед посадкой рекомендуется полить 0,25%-м раствором янтарной кислоты.

Для стимуляции корневой системы, необходимо применять 0,2%-ный водный раствор янтарной кислоты, которым нужно обильно пролить прикорневую почву до ее пропитки на глубину 15 см и более (в зависимости от вида и возраста растения). Повторность – две обработки в течении одной недели.

При стрессовых факторах (повреждении растения в результате болезней, неправильного ухода, заморозков, пересыхании или переувлажнении, при пересадке) рекомендуется опрыскивание 0,25-0,5%-м раствором янтарной кислоты. Подсохшие или переболевшие растения рекомендуется опрыскивать более концентрированным, 2,5%-ным раствором, которым необходимо обильно опрыскивать растения с интервалом 10 минут два раза. Через неделю данную процедуру рекомендуется повторить [4].

Оправданно применение янтарной кислоты при добавлении ее в жидкие органоминеральные удобрения, в данном случае она стимулирует действующие активные вещества, выступая в роли синергиста.

Янтарную кислоту можно применять как в чистом виде, так и в роли хелатирующего агента.

Высокая эффективность применения хелатов различных металлов в качестве агентов для листовой подкормки обусловлена тем, что эта система работает как сложный активный органический комплекс. Это комбинация атома железа, цинка, меди, магния и т.д. с хелатирующим агентом (органическими кислотами, в данном случае это янтарная кислота). При этом молекулы янтарной кислоты активно работают как связывающий агент по аналогии с коллоидными системами, они плотно охватывает ионы металлов, защищая от внешних факторов [6].

Таким образом, имеем т.н. «оболочку», за счет которой атом металла поступает в клетки растений в более полном объеме, чем при обычном растворении сульфатов в воде и последующим опрыскиванием. Более высокая кислотность рабочих растворов с янтарной кислотой позволяет активнее работать средствам защиты растений (например, целому ряду пестицидов - некоторым пиретроидам, фосфоорганическим инсектицидам, клопиралиду, 2,4-Д, аммонийной соли имазетапира, карбаматам и др.).

Осторожно нужно работать с препаратами, имеющими в составе д.в. химических веществ из класса сульфонилмочевин, т.к. они могут начинать разлагаться в подкисленной среде [3].

Таким образом, задача хелатирующего агента (янтарной кислоты) - удержать металл до того момента, как он поступит в растение. Далее хелатный агент высвобождает атомы металлов, а само распадется на химические соединения, которые в короткие сроки усваиваются клетками растений. Хелаты железа, меди, магния, цинка и др. можно сделать и в условиях хозяйства, наличие дорогостоящего оборудования здесь не будет главным фактором (например, нужно смешать 4 грамма сульфата железа (цинка, магния, меди и др.) и 2,5 грамма янтарной кислоты в 1 литре воды, соответствующей СнПам, причем компоненты растворяются в разных емкостях, после чего вливается раствор сульфата нужного металла в раствор янтарной кислоты, при этом рабочий раствор получит необходимую концентрацию 0,5 грамм/литр) [8].

Плюсы применения хелатов:

- отлично усваиваются всеми растениями через лист;
- высокая биологическая активность препарата;

- хорошая растворимость в водных растворах;
- работают в почве с широким диапазоном кислотности;
- разнообразные варианты при использовании в баковых смесях.

Янтарная кислота является универсальным стимулятором роста растений, она активизирует почвенные микроорганизмы, улучшает свойства почвы, способствует лучшему усвоению питательных элементов из почвенных растворов, является отличным антистрессовым агентом.

### *Библиографический список*

1. Анисимов, С. А. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов / С. А. Анисимов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 231-234.

2. Виноградов, Д. В. Влияние норм высева и уровня минерального питания на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // АгроЭкоИнфо. – 2014. – № 1(14). – С. 1.

3. Влияние гуминовых кислот на повышение плодородия почвы / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич, К. Д. Сазонкин, А. В. Ручкина // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 260-264.

4. Вопросы озеленения городских ландшафтов / А. А. Кунцевич [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-44.

5. Кунцевич, А. А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 91-94.

6. Новикова, Е. Е. Агробиологические основы применения удобрений / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 265-270.

7. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 291-296.

8. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-

технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

9. Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 313-317.

10. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.

11. Сафронова, Д. Р. Виды удобрений / Д. Р. Сафронова, С. А. Камаев, А. А. Кунцевич // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец, 24 октября 2023 года. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 87-90.

12. Использование протравителей в посевах рапса в условиях Рязанской области / А. С. Ступин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 66-69.

13. Агроэкологическая эффективность биопрепарата экстрасол при выращивании ячменя / Я. В. Костин, Р. Н. Ушаков, М. М. Крючков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3(35). – С. 34-38.

14. Агрехимические приемы повышения продуктивности севооборота / Г. Н. Фадькин, А. В. Шемякин, Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы V Международной научно-практической конференции, Рязань, 31 марта – 01 2021 года. – Рязань: ИП Коняхин Александр Викторович, 2021. – С. 423-427.

15. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 59-61.

16. Влияние десикации на урожайность и качество семян озимой мягкой пшеницы сорт Виола / О. А. Лапшинова, О. А. Антошина, Н. А. Кузьмин, Г. Н. Фадькин // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть 1. – Рязань:

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – С. 75-79.

17. Костин, Я. В. Влияние длительного бесменного применения разных форм азотных удобрений на содержание азота в серой лесной почве и продуктивность сельскохозяйственных культур в Южной части Нечерноземья / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Е.А. Жорикова : Материалы научно-практической конференции, Рязань, 04 апреля 2011 года. – Рязань, 2011. – С. 121-124.

18. Эколого-экономическая оценка многолетнего применения разных форм минеральных удобрений / Я. В. Костин [и др.] // Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА : 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2005. – С. 34-41.

19. Костин, Я. В. Влияние длительного применения различных форм азотных удобрений на урожай и качество культур в севообороте в условиях Рязанской области / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Научное наследие профессора П.А.Костычева в теории и практике современной аграрной науки : Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА: по материалам Всероссийской научно-практической конференции, 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается, Рязань, 01 января – 31 2005 года. – Рязань: РГАТУ, 2005. – С. 30-31.

## **УДК 632.95**

*Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Соколов А.А., канд. с.-х. наук,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Утолин В.В., доктор техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Денисов С.В., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПЕСТИЦИДОВ И УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

В последние годы наблюдается тенденция интенсификации сельского хозяйства не только в части технологии обработки почвы, ухода за посевами и уборки, но и при внесении средств защиты растений и подкормок в течение вегетации.

Увеличивается и количество обработок, и перечень препаратов и удобрений под ту или иную культуру. Бывает до десятка обработок в течение относительно короткого промежутка времени, что негативно влияет на свойства почвы (излишнее уплотнение, потер структуры) и износ сельскохозяйственной техники [1].

Выход из данного положения – применение баковых многокомпонентных смесей, включающих в себя средства защиты растений (гербициды, инсектициды и фунгициды), стимуляторы роста (гуматы, препараты «Эпин», «Изабион» и т.д.) и удобрения (растворимые микроудобрения, органоминеральные удобрения, КАС и т.д.) [4].

Применение баковых смесей имеет ряд значительных преимуществ:

- экономия времени и средств;
- эффективное использование техники и применяемого оборудования;
- уменьшение степени переуплотнения почвы;
- усиление эффекта против вредных объектов (синергетический эффект препаратов);
- снижение резистентности вредителей и сорняков при использовании пестицидов с разными механизмами воздействия на вредные объекты;

Важно учитывать фазы развития культуры при подготовке и планировании применения баковых смесей. Сроки применения всех компонентов баковой смеси должны совпадать. Также следите, чтобы обрабатываемая культура не находилась в стрессе на момент обработки [7].

Для приготовления баковых смесей можно использовать только совместимые продукты. Несовместимыми считаются те пестициды, которые при смешивании меняют физические свойства – выпадают в осадок, сильно вспениваются (тут есть выход – применение пеногасителей), образуется гель, забивающий систему и форсунки, оказывают сильное фитотоксическое действие на культуру или снижают эффективность против вредителей, болезней и сорных растений. Различают химическую и физическую несовместимость.

Иногда даже продукты, которые физически смешиваются хорошо, не должны использоваться вместе, потому что их активность в смеси может отличаться от активности отдельных компонентов. Может наблюдаться антагонизм или синергизм пестицидов [9].

Добавление гормональных гербицидов на основе МЦПА, 2,4-Д, дикамбы, в баковую смесь с граминицидами (клетодим, феноксапроп-п-этил, хизалофоп-п-этил, галоксифоп-р-метил) снижает эффективность последних.

Проявляется антагонизм действующих веществ из данных химических групп. Гормональные препараты оказывают стимуляционное действие на метаболические процессы, которые должны подавляться граминицидами [6].

Нельзя смешивать в баковой смеси фосфорорганические инсектициды (хлорпирифос, диметоат, диазинон и др.) и сульфонилмочевины (римсульфурон, никосульфурон, сульфометурон-метил и др.). Гербициды из группы сульфонилмочевин активно поглощаются растениями через корни и

листья. Фосфорорганические соединения – это в основном системные препараты, которые быстро поглощаются растением через листья, стебли, корни и придают клеточному соку токсичность. При определенных условиях некоторые из препаратов двух групп могут вступать в реакцию между собой и приводить к проявлению признаков фитотоксичности на растениях.

Гербициды класса имидазолиноны (имазамокс, имазапир, имазетапир) не рекомендуется совместно применять с противозлаковыми гербицидами, жидкими удобрениями, аминокислотами и микроэлементами. Эти баковые смеси приведут к сильной фитотоксичности [1].

Гербициды в составе, которых есть бентазон и тифенсульфурон-метил не рекомендуется применять в баковых смесях с удобрениями, аминокислотами, микроэлементами, граминицидами и фосфоорганическими инсектицидами.

Не все удобрения и микроэлементы смешиваются с химическими пестицидами. Например, нельзя смешивать масляные препараты с удобрениями, содержащими бор, кальциевые удобрения с удобрениями, содержащими много фосфора и серы. Препараты, содержащие кальций нельзя смешивать с такими микроэлементами, как цинк, марганец, железо и магний.

Физическая несовместимость может быть вызвана неправильной технологией смешивания, недостаточным перемешиванием или недостаточно стабильным эмульгатором в некоторых эмульсионных концентратах [3].

В большинстве случаев при физической несовместимости выпадает осадок, или смесь расслаивается после перемешивания, либо превращается в гель. Например, при смешивании формуляций СП (смачивающийся порошок) и КЭ (концентрат эмульсии) возможно образование маслянистого слоя, похожего по консистенции на шпатлевку. Возможно появление хлопьев, геля, пены и других элементов, делающих баковую смесь непригодной к использованию. Часто физическая несовместимость проявляется при смешивании пестицидов и жидких удобрений.

При физической несовместимости наверняка возникнут проблемы с внесением рабочего раствора, так как будут забиваться распылители (форсунки).

Перед тем, как смешивать продукты в баке опрыскивателя, следует провести тест на физическую совместимость компонентов в малых объемах, это поможет избежать сложностей в случае, если препараты окажутся несовместимыми. Следует помнить, что данный тест не может выявить химическую несовместимость [10].

Нужно отмерить пропорционально количество всех продуктов, которые нужно смешать в баке. Лучше использовать не пищевую стеклянную тару, т.к. она химически инертна. Тщательно перемешать получившуюся смесь, накрыть крышкой и оставить на полчаса. Если образовался осадок, перемешать смесь еще раз и если осадок не растворяется, то смешивать данные препараты нельзя.

При приготовлении рабочего раствора очень важна последовательность добавления компонентов. Как правило, порядок приготовления рабочей жидкости, если на этикетке не указано иное, следующий:

Нужно залить бак водой на 50%, включить мешалку (должна работать постоянно).

При необходимости добавить буферный агент, стабилизатор и пеногаситель. Что касается прилипателя, он может добавляться как до основных компонентов, так и после (информация на маркировке).

Добавлять основные компоненты баковой смеси по одному, дожидаясь тщательного перемешивания предыдущего препарата. Порядок добавления компонентов:

1) сухие препаративные формы: водорастворимые гранулы (ВДГ) и смачивающиеся порошки (СП);

2) препаративные формы на водной основе (водно-суспензионные концентраты);

3) препаративные формы на масляной основе (масляные концентрат эмульсии (МКЭ), растительные масла);

4) поверхностно-активные вещества (ПАВ);

5) водорастворимые препараты и жидкости (водный раствор (ВР), 6)

6) водорастворимый концентрат (ВРК) и водный концентрат (ВК);

7) жидкие удобрения, микроэлементы для листовой подкормки, гуматы и регуляторы роста;

Важно оставлять мешалку бака включенной в течение всего процесса смешивания компонентов [9].

Качество и температура используемой воды имеет большое значение. Вода, выбранная для приготовления рабочего раствора, должна быть в диапазоне рН 5-7, ее температура - 22-25°C, но не ниже +10 °С. При использовании холодной артезианской воды растворимость препаратов сильно снижается, а эффективность проводимых обработок падает до 30 % и более.

Нельзя пользоваться для приготовления рабочего раствора «жесткой» водой, это может привести к выпадению осадка или привести к значительной потере эффективности препарата. Очень чувствительны к повышенной жесткости воды такие гербициды, как МЦПА, глифосат, клопиралид, 2,4-Д, а также действующие вещества из класса «пиретроиды» [11].

Смешивать два или более многокомпонентных жидких удобрений не имеет практического смысла, т.к. они уже сбалансированы по составу.

Применение баковых смесей имеет свои плюсы, ведь каждая последующая обработка - это дополнительные расходы на внесение, лишняя трата времени, а также возможный стресс для почвы и культуры.

### ***Библиографический список***

1. Анисимов, С. А. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов / С. А. Анисимов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 231-234.

2. Виноградов, Д. В. Влияние норм высева и уровня минерального питания на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // АгроЭкоИнфо. – 2014. – № 1(14). – С. 1.

3. Влияние гуминовых кислот на повышение плодородия почвы / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич, К. Д. Сазонкин, А. В. Ручкина // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 260-264.

4. Вопросы озеленения городских ландшафтов / А. А. Кунцевич [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-44.

5. Кунцевич, А. А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 91-94.

6. Новикова, Е. Е. Агробиологические основы применения удобрений / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 265-270.

7. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 291-296.

8. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

9. Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 313-317.

10. Особенности применения минеральных удобрений при выращивании картофеля / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 309-313.

11. Сафронова, Д. Р. Виды удобрений / Д. Р. Сафронова, С. А. Камаев, А. А. Кунцевич // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня

рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец, 24 октября 2023 года. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 87-90.

12. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 403-408.

13. Использование протравителей в посевах рапса в условиях Рязанской области / А. С. Ступин, Д. В. Виноградов, Е. И. Лупова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 66-69.

14. Агроэкологическая эффективность биопрепарата экстрасол при выращивании ячменя / Я. В. Костин, Р. Н. Ушаков, М. М. Крючков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3(35). – С. 34-38.

15. Агрехимические приемы повышения продуктивности севооборота / Г. Н. Фадькин, А. В. Шемякин, Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы V Международной научно-практической конференции, Рязань, 31 марта – 01 2021 года. – Рязань: Индивидуальный предприниматель Коняхин Александр Викторович, 2021. – С. 423-427.

16. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 59-61.

17. Влияние десикации на урожайность и качество семян озимой мягкой пшеницы сорт Виола / О. А. Лапшинова, О. А. Антошина, Н. А. Кузьмин, Г. Н. Фадькин // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – С. 75-79.

18. Костин, Я. В. Влияние длительного бессменного применения разных форм азотных удобрений на содержание азота в серой лесной почве и продуктивность сельскохозяйственных культур в Южной части Нечерноземья / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Е.А. Жорикова : Материалы научно-

практической конференции, Рязань, 04 апреля 2011 года. – Рязань, 2011. – С. 121-124.

19. Эколого-экономическая оценка многолетнего применения разных форм минеральных удобрений / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин, В. И. Гусев [и др.] // Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА : 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2005. – С. 34-41.

20. Костин, Я. В. Влияние длительного применения различных форм азотных удобрений на урожай и качество культур в севообороте в условиях Рязанской области / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Научное наследие профессора П.А.Костычева в теории и практике современной аграрной науки : Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА: по материалам Всероссийской научно-практической конференции, 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается, Рязань, 01 января – 31 2005 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2005. – С. 30-31.

21. Влияние сидератов на восстановление плодородия почвы в агроландшафтах / А. А. Кутыраев, Г. Н. Фадькин, В. В. Чурилова, С. Д. Полищук // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 128-132.

22. Действие наночастиц на снижение инфекционной нагрузки фитопатогенов и сохранение ризосферных микроорганизмов / С. Д. Полищук, В. В. Чурилова, Г. Н. Фадькин [и др.] // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы : материалы IV национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 22 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 74-79.

*Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Соколов А.А., канд. с.-х. наук,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Утолин В.В., д-р техн. наук,  
Колотов А.С., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **РОЛЬ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Из всего многообразия микроэлементов нельзя не упомянуть про 56-й порядковый номер из таблицы Д. Менделеева – медь (Cu).

Данный элемент известен людям с древних времен (см. «Медный век»), и медьсодержащие соединения человек применял еще в античное время как удобрения и средства защиты растений. Например, медный купорос (CuSO<sub>4</sub>, сульфат меди) древние греки применяли против различных болезней.

Развитием медного купороса стала известна т.н. бордоская жидкость (раствор медного купороса (пентагидрата CuSO<sub>4</sub> • 5H<sub>2</sub>O) в растворе извести (известковом молоке) Ca(OH)<sub>2</sub>), история возникновения и первого применения которого заслуживает отдельной статьи.

История изобретения бордоской жидкости начинается в середине XIX века, когда французские крестьяне были озабочены воровством урожая винограда. Тогда они обратились к учёному Жозефу Луи Прусту с просьбой отыскать эффективное средство защиты.

Ученый порекомендовал обрабатывать ягодные кисти винограда смесью извести и медного купороса. Высыхая, эта смесь выглядела на ягодах как плесень, отпугивая воров, но при этом абсолютно не причиняла вреда урожаю и легко смывалась. Средство быстро распространилось среди виноградарей и получило название бордоской жидкости, так как её очень широко применяли в окрестностях города Бордо.

А уже в 1882 году ученый-биолог Пьер Мари Мильярде обратил внимание на полное отсутствие следов гнили на гроздях винограда. Он доказал, что грибок, вызывающий заболевание гнилью, устраняет медь, содержащаяся в бордоской жидкости.

Медь очень активно влияет на азотный обмен, играет важную роль в фотосинтезе, в образовании хлорофилла, способствует резистентности растений к неблагоприятным климатическим факторам, а именно, перепадам температуры, засухе, избыточному увлажнению, а также к поражению различными заболеваниями, микробного и грибного происхождения [6].

Особая роль принадлежит меди в фиксации атмосферного азота

Медь – незаменимый микроэлемент для растений:

- препятствует разрушению хлорофилла в темноте и при старении листьев, то есть при достаточной обеспеченности растений медью листовой

аппарат будет дольше оставаться зелёным, но при этом вегетация не затягивается;

- принимает активное участие в регулировании дыхания растений, в белковом и углеводном обмене;
- участвует в синтезе лигнина.

В условиях недостатка меди происходит уменьшение соотношения массы материала клеточной стенки к общей сухой массе в растении, что приводит к полеганию посевов. Медь также регулирует выработку ферментов линейного роста, снижая вероятность полегания растений, особенно важным данный фактор является для хлебов первой группы. Медь (Cu) влияет на увеличение содержания в растении белков, жиров, углеводов и аскорбиновой кислоты.

Этот микроэлемент способствует повышению засухо-, морозо- и жаростойкости растений. Многочисленные опыты подтверждают положительное влияние внесения медьсодержащих удобрений с семенами на морозоустойчивость озимой пшеницы.

Медь усиливает усвоение аммонийного азота из почвы и удобрений. Данный элемент также принимает активное участие в процессе фиксации молекулярного азота клубеньковыми бактериями у растений семейства бобовых. Оказывает значительное влияние на механизмы устойчивости к грибковым и бактериальным заболеваниям [8].

Доступность данного элемента для растений сильно зависит от рН почвы. При низких показателях рН (повышенной кислотности почвы), элемент сильно подвижен и более доступен. Известкование способствует закреплению меди, хотя и не столь резко выраженному, как цинка и марганца.

Наименьшее содержание подвижной меди характерно для легких дерново-подзолистых и серых лесных почв.

Недостаточное содержание меди в почве 6-15 мг/кг, в результате чего происходит полегание и не вызревание злаковых культур, оптимальное содержание данной формы микроэлемента в почвах 15 - 50 мг/кг.

А при увеличении содержания меди в почве свыше 125 мг/кг развитие большинства культурных растений начинает затормаживаться, прекращается их рост и развитие. При избыточном содержании меди в почве у растений нарушается механизм избирательного потребления ионов корневой системой, угнетаются процессы дыхания и фотосинтеза, растения сильно угнетаются.

При избытке меди в большинстве случаев будет наблюдаться дефицит железа, т.к. эти элементы являются антагонистами [1].

Избыток элемента тормозит усвоение растениями фосфора и биосинтез его органических соединений, отрицательно влияет на фотохимическую активность хлоропластов и ослабляет интенсивность фотосинтеза.

Количество меди в растениях невелико. Ее больше в вегетативных органах, чем в репродуктивных, и в овощных культурах больше, чем в злаковых.

По чувствительности к дефициту меди учёные разделили культурные растения на 3 группы:

- чувствительные растения (пшеница, овес и ячмень);
- средне чувствительные растения (рапс, кукуруза, лен, сахарная свекла, картофель, подсолнечник, бобовые культуры);
- слабо чувствительные растения (гречиха, рожь, и белокочанная капуста) [2].

Растениями-индикаторами, по которым можно определить нехватку меди в почве, являются зерновые культуры (пшеница, ячмень и овёс).

Недостаток данного элемента у злаковых проявляется в виде усыхания и осветления (побеления) верхушек молодых листьев. Все растение приобретает светло-зеленую окраску, при этом возможна задержка наступления фазы колошения.

Иногда при сильном медном голодании растения обильно кустятся и часто продолжают образовывать новые побеги после полного усыхания верхушек, без образования колосьев, в результате чего, растения могут погибнуть («болезнь обработки», «белоколосица»).

У ячменя недостаток меди способствует усиленному повреждению растения вредителем - шведской мухой.

Бобовые, злаковые травы при недостатке меди дают сено низкого качества, и кормление скота таким сеном часто вызывает заболевание животных болезнью – «лизухой».

При остром дефиците меди в почве происходит ингибирование формирования мужских генеративных органов, ведущее к стерильности цветков, в результате чего сильно страдает урожайность сельскохозяйственных культур.

По данным многочисленных исследований, медные удобрения дают прирост урожая зерновых культур, так, у пшеницы прибавка составляет в среднем 6-8%, у овса и ячменя – более 10% [8].

Наблюдается положительное влияние медных удобрений на яровую пшеницу, выращиваемую на дерново-подзолистых почвах. В среднем за три года прибавка от 6 кг/га меди составила 16%, при этом созревание зерна происходило на 4-5 дней раньше, чем на контроле, медь влияет и на качество зерна, так содержание белка в зернах пшеницы возросло на 16%, стекловидность увеличилась на 17%.

Весьма благоприятным оказалось влияние меди на клевер на серой лесной почве, что связано с участием этого элемента в азотном обмене растений.

Самым распространённым медесодержащим удобрением является сульфат меди, по-другому ещё называют сернокислой медью или медным купоросом. Это удобрение содержит 23-24% меди, хорошо растворимо в воде. Применяют в основном для обработки семян 100-200г/т. Также его можно вносить в почву из расчета 5-10кг/га с периодичностью каждые 5 лет. Для внекорневой подкормки используют 10-50г сульфата меди на 1га.

Например, при запланированной урожайности пшеницы менее 50ц/га используют одну листовую подкормку в фазу «середина кущения – начало

выхода в трубку». При запланированной урожайности выше 50ц/га используют уже две листовых подкормки, в фазы «середина кущения – начало выхода в трубку» и «начало или середина флагового листа».

Для кукурузы листовая подкормка медью применяется в фазе 6-8 листьев, у картофеля - в начале бутонизации. К опрыскиванию медьсодержащими препаратами нужно подходить с осторожностью, т.к. с большинством средств защиты растений он несовместим [6].

Применение медных удобрений повышает не только урожайность культур, но и качественные характеристики сельхозпродукции: увеличивает количество белка в зерне, сахара у сахарной свеклы, содержание витамина С и каротина в овощах и плодах и овощах.

### ***Библиографический список***

1. Анисимов, С. А. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов / С. А. Анисимов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 231-234.

2. Виноградов, Д. В. Влияние норм высева и уровня минерального питания на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // АгроЭкоИнфо. – 2014. – № 1(14). – С. 1.

3. Влияние гуминовых кислот на повышение плодородия почвы / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич, К. Д. Сазонкин, А. В. Ручкина // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 260-264.

4. Вопросы озеленения городских ландшафтов / А. А. Кунцевич [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-44.

5. Кунцевич, А. А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 91-94.

6. Новикова, Е. Е. Агробиологические основы применения удобрений / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 265-270.

7. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко

Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 291-296.

8. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

9. Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 313-317.

10. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.

11. Сафронова, Д. Р. Виды удобрений / Д. Р. Сафронова, С. А. Камаев, А. А. Кунцевич // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец, 24 октября 2023 года. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 87-90.

12. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 403-408.

13. Использование протравителей в посевах рапса в условиях Рязанской области / А. С. Ступин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 66-69.

14. Агроэкологическая эффективность биопрепарата экстрасол при выращивании ячменя / Я. В. Костин, Р. Н. Ушаков, М. М. Крючков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3(35). – С. 34-38.

15. Агрехимические приемы повышения продуктивности севооборота / Г. Н. Фадькин, А. В. Шемякин, Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы V Международной научно-практической конференции. – Рязань: ИП Коняхин А.В., 2021. – С. 423-427.

16. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-

техническому обеспечению сельского хозяйства : МАТЕРИАЛЫ Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 59-61.

17. Влияние десикации на урожайность и качество семян озимой мягкой пшеницы сорт Виола / О. А. Лапшинова, О. А. Антошина, Н. А. Кузьмин, Г. Н. Фадькин // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 75-79.

18. Костин, Я. В. Влияние длительного бессменного применения разных форм азотных удобрений на содержание азота в серой лесной почве и продуктивность сельскохозяйственных культур в Южной части Нечерноземья / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Е.А. Жорикова : Материалы научно-практической конференции, Рязань, 04 апреля 2011 года. – Рязань, 2011. – С. 121-124.

19. Эколого-экономическая оценка многолетнего применения разных форм минеральных удобрений / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин, В. И. Гусев [и др.] // Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА : 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2005. – С. 34-41.

20. Костин, Я. В. Влияние длительного применения различных форм азотных удобрений на урожай и качество культур в севообороте в условиях Рязанской области / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Научное наследие профессора П.А.Костычева в теории и практике современной аграрной науки : Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА: по материалам Всероссийской научно-практической конференции, 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается, Рязань, 01 января – 31 2005 года. – Рязань: РГАТУ, 2005. – С. 30-31.

21. Влияние сидератов на восстановление плодородия почвы в агроландшафтах / А. А. Кутыраев, Г. Н. Фадькин, В. В. Чурилова, С. Д. Полищук // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 128-132.

22. Действие наночастиц на снижение инфекционной нагрузки фитопатогенов и сохранение ризосферных микроорганизмов / С. Д. Полищук, В. В. Чурилова, Г. Н. Фадькин [и др.] // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы : материалы IV национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 22 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 74-79.

## ДИНАМИКА И СОСТОЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ДРУГИХ СУБЪЕКТАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РФ

Вопросы суверенизации экономики страны, ускорения темпов роста национального хозяйственного комплекса и его региональных компонентов в условиях формирования многополярного мира приобретают в настоящее время все большую актуальность [1, 2]. В этом отношении по-прежнему велика роль основных фондов, составляющих важнейшую часть национального богатства России, определяющих конкурентоспособность как в целом по национальной экономике, так и на уровне ее составляющих регионов и хозяйствующих субъектов [3, 4, 5].

За анализируемый период 2010-2023 гг. стоимость основных фондов выросла как в целом по Российской Федерации, так и по всем федеральным округам. Однако темпы роста были неодинаковыми (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика стоимости основных фондов в РФ, ЦФО и Рязанской области (на конец года, по полной учетной стоимости) [рассчитано по 6], млрд.руб.

Показатели	Годы		Изменения в 2010-2023 гг.	
	2010 г.	2023 г.	±	%
Российская Федерация	93,185	460,370	+367,185	494,0
Центральный федеральный округ (ЦФО) РФ	30,674	161,573	+130,899	526,7
Рязанская область	0,577	2,724	+2,147	472,1
<i>Рязанская область в % к:</i>				
РФ	0,62	0,59	x	x
ЦФО	1,88	1,68	x	x

Из данных табл. 1 видно, что темпы роста стоимости основных фондов в хозяйственном региональном комплексе Рязанской области уступали не только среднероссийским показателям (472,1% против 494,0%), но и темпам роста основных фондов по Центральному федеральному округу РФ (472,1% против 526,7%). В результате доля региональной части основных фондов в общероссийском итоге снизилась за период 2010-2023 гг. с 0,62% до 0,59% (или на 0,03 процентных пункта), а в итоге по ЦФО уменьшилась ещё более значительно - с 1,88% до 1,68% (или на 0,20 процентных пункта).

При определенных условиях, в краткосрочный период, снижение темпов прироста основных фондов может быть, так или иначе, экономически и

технологически обоснованным. Например, если в предыдущий период происходило их ускоренное обновление, качественное перевооружение. В таком случае величина износа основных фондов (под которой понимается частичная или полная утрата основными фондами потребительских свойств и стоимости в процессе их эксплуатации, под действием сил природы и в результате технического прогресса) должна быть приемлемой.

Однако, как показал анализ, по степени износа основных фондов в хозяйственном комплексе Рязанская область, ещё в 2010 году занимавшая предпоследнее место в Центральном федеральном округе (превосходила только уровень Тамбовской области), к 2023 году скатилась на последнее место в ЦФО с показателем 59,6%. Для сравнения – данный показатель в среднем по РФ в том же году составлял 48,0%, а в среднем по ЦФО – 40,9% [6].

Величина степени износа основных фондов в хозяйственных комплексах субъектов Центрального федерального округа в 2023 году наглядно представлена на рис. 1.

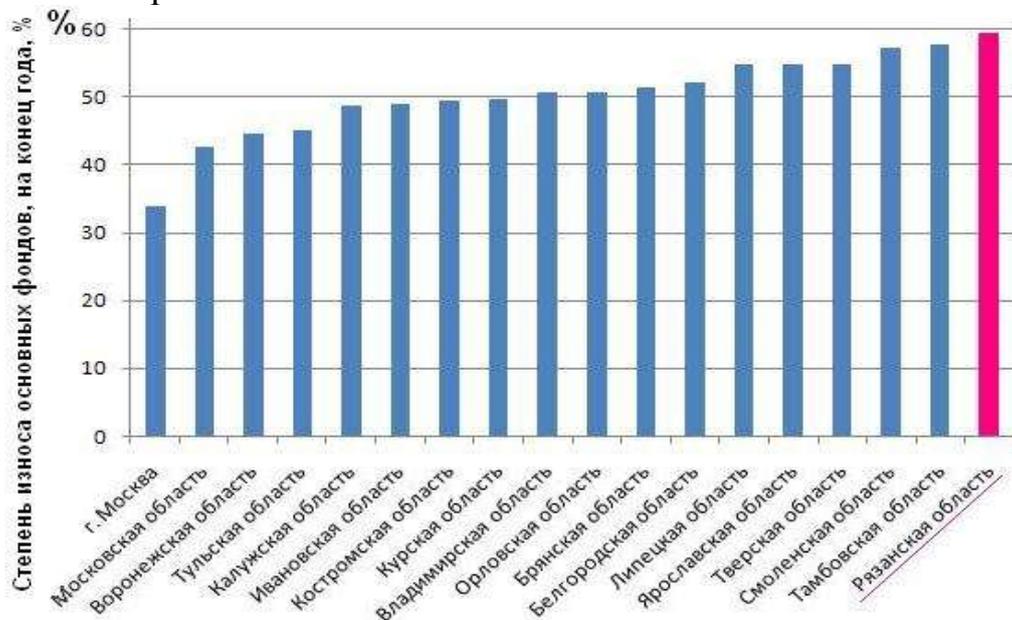


Рисунок 1 – Величина степени износа основных фондов в целом по хозяйственным комплексам 18 субъектов Центрального федерального округа в 2023 г., % (ранжированный ряд)

В целом же по Российской Федерации худшие показатели по степени износа основных фондов, чем в Рязанской области имеют всего 7 субъектов (из 85 учитываемых в статистической отчетности в 2023 году).

Если рассматривать величину степени износа основных фондов по видам экономической деятельности в субъектах Центрального федерального округа, то проявляются некоторые особенности. Последняя 18-ая позиция в ЦФО у Рязанской области по степени износа основных фондов имела место в таких видах деятельности, как водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений (49,9% при средней величине по округу 30,9%); обрабатывающие производства (59,9%

при средней по округу 49,1%); добыча полезных ископаемых (72,1% при средней по округу 45,2%).

В тоже время по такому виду экономической деятельности как сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство степень износа основных фондов по Рязанской области (36,5%) в ЦФО уступает только Ивановской области (30,5%) при средней по округу 43,6% (рис. 2).

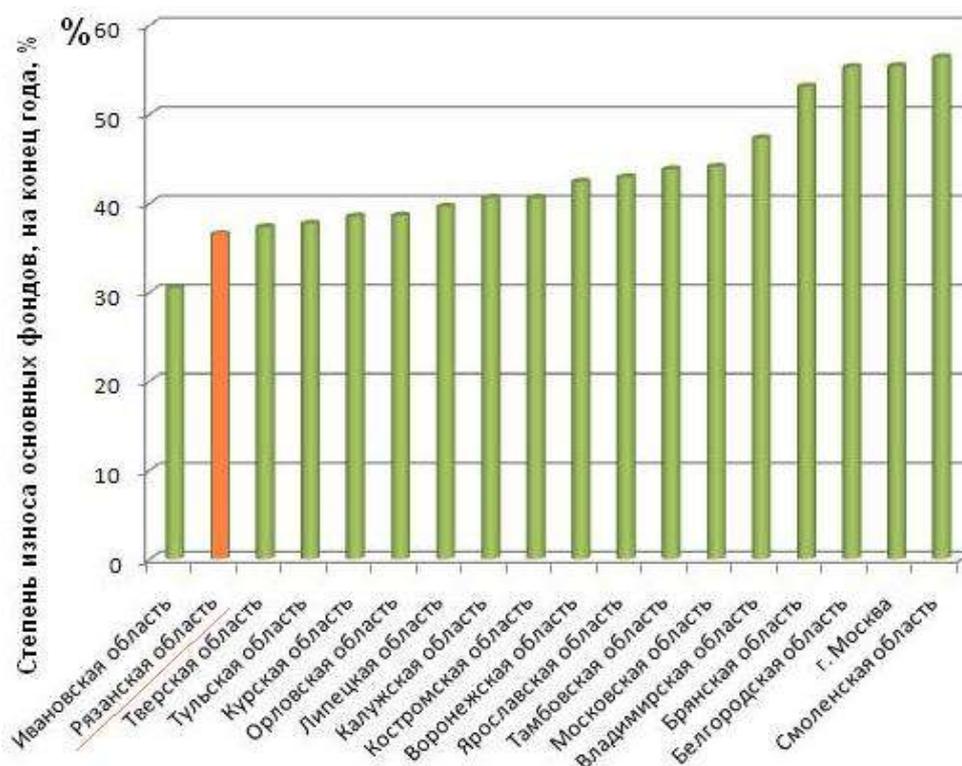


Рисунок 2 – Величина степени износа основных фондов в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве по 18 субъектам Центрального федерального округа в 2023 г., % (ранжированный ряд)

Данное обстоятельство оказывает благоприятное воздействие на развитие аграрного комплекса Рязанской области, способствуя повышению уровня региональной продовольственной безопасности [7], внедрению в рамках субъекта прогрессивных территориальных форм повышения экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции [8]. Это, безусловно, свидетельствует об оптимальности проводимой на Рязанщине инвестиционной политики в части стимулирования и поддержки регионального АПК [9, 10], правильности выбранной стратегии в направлении развития продовольственного комплекса по устойчивому снабжению столицы нашей страны.

Таким образом, проведенный анализ тенденций изменения стоимости основных фондов в субъектах Центрального федерального округа РФ позволил выявить негативную тенденцию низких темпов роста величины их в экономике Рязанской области. Кроме того, на Рязанщине имеет место повышенная величина износа основных фондов в целом по региональному

хозяйственному комплексу. К положительным моментам следует отнести низкую величину износа основных фондов в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве Рязанской области, что создает благоприятные условия для укрепления региональной продовольственной безопасности.

### *Библиографический список*

1. Комаров, А.А. К вопросу о необходимости осуществления мониторинга и создания системы управления экономической безопасностью региона / А.А. Комаров, И.К. Родин // Проблемы регионального социально-экономического развития: тенденции и перспективы : Материалы студенческой научно-практической конференции. - Рязань : РГАТУ, 2017. - С. 208-216.

2. Федоскина, И.В. Система инвестиционного обеспечения устойчивого сбалансированного развития региона / И.В. Федоскина, И.К. Родин, В.Н. Минат // Актуальные проблемы современной науки : Сборник научных трудов. Рязань, - 2018. - С. 220-225.

3. Родин, И.К. Экономика отраслей АПК. Учебное пособие для обучающихся по направлению 38.03.02 Менеджмент / И.К. Родин, М.В. Поляков. - Рязань, 2022.

4. Мартынушкин, А.Б. Экономика предприятия. Учебное пособие для студентов очной и очно-заочной форм обучения факультета экономики и менеджмента, обучающихся по направлению подготовки 38.03.02 «Менеджмент» / А.Б. Мартынушкин, И.К. Родин. - Рязань, 2023.

5. Родин, И.К. Позиционирование социально-экономического потенциала Рязанской области среди субъектов Центрального федерального округа: состояние и тенденции/ И.К. Родин // Актуальные вопросы экономики и управления АПК. - 2013. - С. 305-308.

6. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Стат. сб. / Росстат. – М., 2024. – 1081 с.

7. Родин, И.К. Сущность и задачи продовольственной безопасности в системе экономического механизма хозяйствования/ И.К. Родин, В.Н. Минат // Актуальные проблемы современной науки. - Рязань. - 2018. - С. 266-275.

8. Организация агротехнопарков как территориальных форм повышения экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции / А.А. Козлов и др. // Повышение экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции на основе совершенствования экономического механизма хозяйствования : монография. - Рязань, 2017. - С. 144-154.

9. Козлов, А.А. Инвестиционная политика и социально-экономическое развитие российских регионов / А.А. Козлов, И.К. Родин // Современные проблемы экономики и менеджмента : Сборник научных трудов, посвященный 50-летию кафедры экономики и менеджмента. - Рязань, 2017. - С. 214-220.

10. Родин, И.К. Значение инвестиций в социально-экономическом развитии региона / И.К. Родин, В.Н. Минат // Актуальные проблемы современной науки. Сборник научных трудов. - Рязань, 2018. - С. 194-202.

**УДК 631.158:658.382.3**

*Саая С.Ш., старший преподаватель  
ФГБОУ ВО «ТувГУ», Кызыл, РФ  
Войнаш С.А., младший научный сотрудник  
Казанский федеральный университет, Казань, РФ*

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ПРОЦЕССЕ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Обеспечение безопасных и комфортных условий труда на производстве является одним из важнейших факторов ускорения научно-технического процесса, роста производительности труда и повышения благосостояния народа.

В настоящее время почтой полностью механизированы процессы возделывания зерна. Однако далеко не все машины отвечают требованиям безопасности труда. В первую очередь это относится к прицепным и навесным машинам. К ним предъявляются следующие основные требования безопасности:

- возможность удобной и легкой навески или прицепки к трактору без привлечения дополнительного персонала;
- удобство и безопасность технического обслуживания и технологического регулирования;
- система контроля и управления технологическим процессом из кабины трактора.

Анализ работы посевных агрегатов, показывает, что техническое обслуживание большинства сеялок из-за конструктивных дефектов затруднено и для транспортировки по дорогам они плохо приспособлены. Техническое обслуживание сеялок также сложно вследствие высоты или несовершенства конструкции подножных досок; наиболее трудоемки и неудобны операции по очистке сошников [1, 2].

Исследование безопасности труда в процессе посева зерновых культур проводили по методике, разработанной ВНИМОТСХ, в качестве объекта исследования был принят посевной агрегат в составе трактора К-701 и пяти сеялок марки СЗС-2.1. Работа выполнялась в следующей последовательности:

- изучение особенностей конструкции машин;
- экспериментальное выполнение операций технического обслуживания и технологического регулирования с хронометражем работ во время принятия оператором рабочих поз и выявление причин возможного травмирования оператора в процессе выполнения операций;

- количественной оценки удобства и безопасности конструкции машины в связи с выполнением операций технического обслуживания и технологического регулирования; разработка рекомендаций по повышению безопасности конструкции машины [3, 4].

На сеялке-культиваторе СЗС-2.1 рабочее место заправщика находится с левой стороны сеялки. Размер площадки – 400 x 400 мм. Подножка выполнена в виде скобы из трубы диаметром 32 мм.

Согласно заводской инструкции, во время сева необходимо следить за работой высевальных аппаратов, непрерывностью потока семян и туков, а также наблюдать, чтобы сошники были погружены на необходимую глубину и не забивались. Эту работу обязан выполнить тракторист, так как той же инструкцией заправщику запрещается находиться на сеялке во время работы.

Контролировать работу высевальных аппаратов с рабочего места тракториста практически невозможно. Поэтому рекомендации завода практически не выполняются [5-7]. С целью уменьшения времени загрузки сеялки агрегат, как правило, обслуживают два заправщика. Один из заправщиков находится на подножной доске, а другой вынужден опираться на различные конструктивные элементы сеялки. Кроме того, из-за отсутствия переходов между сеялками, переходить мешают поручни, и заправщики вынуждены подниматься на крышку семенного ящика.

Количественную оценку удобства и безопасности конструкции сеялки проводили по результатам определения затрат времени на выполнение операций технического обслуживания и технологического регулирования. В качестве оценочных показателей принимались коэффициент удобства и коэффициент безопасности [8-9].

Коэффициент удобства определяется как отношение времени, которое необходимо затратить оператору на выполнения данной работы в удобной позе, к общему времени, затраченному им в фактических позах.

Коэффициент безопасности определяется, как отношение времени работы оператора в безопасных условиях к общему времени работы.

Распределение времени, затрачиваемого оператором на выполнение операций технического обслуживания и технологического регулирования стерневой сеялки-культиватора СЗС - 2.1 представлено в таблице 1.

Таким образом, в результате исследований было установлено, что 35 процентов времени, затрачиваемого на обслуживание сеялки, оператор вынужден находиться в неудобной позе, а 40 процентов времени он находится в травмоопасных ситуациях. Было определено, что травмоопасные ситуации возникают при выполнении следующих операций:

- снятии и установке семяпроводов, сошников, прикатывающих катков, культиватордах лап, опорного колеса;
- соединении смежных сеялок и проверки правильности расстановки сошников.

Таблица 1 – Распределение времени, затрачиваемого оператором на выполнение операций технического обслуживания и технологического регулирования стерневой сеялки-культиватора СЗС - 2.1

Показатели	Норма и схематическое изображение поз								Всего времени	Коэф. удобства	Коэф. безопасности
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Общее время выполнения операций во время принятия поз, мин	16,9	82,4	98,5	16,1	78,9	1,8	33,1	8,8	333,7	0,6	0,6
то же, в %	5,06	24,7	29,3	4,82	23,7	0,5	9,29	2,6	100		
В т. ч. время работы оператора в условиях наличия травмоопасной ситуации, мин	32,0	30,5	-	33,7	0,25	28,4	8,83	-	133,8		
Увеличение времени выполнения операций за счет неудобства позы, мин	0	8,17	32,8	4,02	50,5	0,80	15,5	4,5			
то же в %	0	7,03	28,2	3,45	43,9	0,18	13,3	3,8			

В процессе работа посевных машин в условиях эксплуатации, с целью обеспечения удобства и безопасности труда необходимо:

1. Установить на сеялках подставки, которые могут быть использованы при технологическом регулировании, устранении неисправностей и хранении. При работе сеялки подставки должны находиться в транспортном положении.

2. Изменить конструкцию подножной доски так, чтобы длина её равнялась ширине сеялки.

3. Закрепить на гидроцилиндре подъема сеялки скобу, ограничивающую перемещение штока. Это позволит предотвратить самопроизвольное опускание рам сеялки в момент устранения технологических срывов в работе.

4. Устранить опускание рам сеялки в момент устранения технологических срывов в работе.

### ***Библиографический список***

1. ОСТ463Л.108-81"ССБТ. Обработка почвы и посев зерновых культур. Требования безопасности".

2. Гигиена труда в сельскохозяйственном производстве / Руководство. Под ред. Л.И. Медведя, Ю.И. Кундиева. – М.: Медицина, 1981.

3. Мотузко, Ф.Я. Охрана труда: учебник / Ф.Я. Мотузко. – М.: Высшая школа, 1989. - 336 с.

4. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / С.В.Белов [и др.]. – М.: Высш.шк., 2004. - 448 с.

5. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда: учеб. пособие для вузов / П.П.Кукин [и др.]. – М.: Высш.шк., 2001.431 с.

6. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1998. 10 с.

7. Моисеев, В.А. Повышение эффективности использования сельскохозяйственных машин и агрегатов / В.А. Моисеев; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 1992. 218 с.

8. Чепелев, Н.И. Организация работы службы охраны труда на предприятии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» / Н.И. Чепелев; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск: КрасГАУ, 2018. 317 с.

9. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность использования сельскохозяйственной техники / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, Н.Н. Пашканг // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта». – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 110-114.

10. Современные тенденции развития отечественного аграрного производства / А. Б. Мартынушкин, В. В. Федоскин, Г. Н. Бакулина [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий, Рязань, 06 апреля 2023 года / МСХ РФФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 190-195.

11. Монахов, И. В. Сертификация профессиональных квалификаций как средство развития отношений с работодателем / И. В. Монахов, М. В. Поляков // Проблемы регионального социально-экономического развития: тенденции и

перспективы : Материалы студенческой научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2017 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 408-415.

12. Патент на полезную модель № 188276 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/04. Пневматический высеивающий аппарат : № 2018139433 : заявл. 07.11.2018 : опубл. 04.04.2019 / В. И. Хижняк, А. Ю. Несмиян, Э. И. Нуриев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет".

13. Evaluation of Technical Characteristics and Agrotechnical Performance Indicators of Seeders of Various Assembling / A. Nesmiyan, P. Ivanov, A. Arzhenovskiy [et al.] // XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021" : Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. Vol. 246. – Springer Verlag: Springer Verlag, 2022. – P. 88-101.

14. Лебедев, А. Т. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов / А. Т. Лебедев, А. Г. Арженовский // Технический сервис машин. – 2019. – № 1(134). – С. 46-52.

**УДК 636.085.087**

*Саморуков А.А., студент  
Утолин В.В., д-р техн. наук, доцент,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук, доцент,  
Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Слободскова А.А., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ г. Рязань, РФ*

### **К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА КОРМ СКОТУ**

Сложившаяся в настоящее время ситуация с постоянно растущими расходами на производство животноводческой продукции вынуждает производителей искать пути снижения ее себестоимости. Известно, что большую часть в себестоимости животноводческой продукции составляют расходы на корма. Зарубежный и отечественный опыт показывает, что наиболее дорогостоящие злаковые корма возможно заменить на вторичные продукты производства перерабатывающих предприятий. Так, при производстве растительного масла, в качестве вторичного продукта получают побочные продукты – жмых и шрот, в производстве сахара – жом, пива – пивную дробину, крахмала – мезгу и экстракт. Данные побочные продукты

имеют высокую кормовую ценность, но при этом обладают ценой значительно ниже, чем исходный продукт [1, 2].

Анализируя современное состояние вопроса переработки зерна кукурузы на крахмал, следует отметить, что за последние годы объем производства крахмала значительно вырос. Соответственно, и количество вторичных продуктов стало больше, поэтому вопрос их утилизации в настоящее время является актуальной задачей [3, 4].

Основные вторичные продукты при переработке зерна кукурузы на крахмал – это обезвоженные мезга и экстракт. Эти вторичные продукты имеют различные физико-механические свойства и обладают высокой влажностью.

Известно использование кукурузной мезги и экстракта в кормлении молодняка крупного рогатого скота с середины прошлого века. Практически повсеместно в непосредственной близости к перерабатывающему производству размещали животноводческий комплекс по откорму молодняка крупного рогатого скота. Таким образом решались две задачи. Первая – утилизация вторичных продуктов производства без ущерба окружающей среде. Вторая – обеспечение кормовой базы животноводческих предприятий. В реалиях настоящего времени решение вопроса таким образом невозможно по причине различных форм собственности предприятий и их конечных целей. Поэтому для эффективного использования вторичных продуктов их необходимо перерабатывать с целью повышения кормовой ценности [5, 6, 7].

Известно большое количество технических средств, используемых для переработки вторичных продуктов, обеспечивающих термическую и химическую обработку, снижение кислотности, дозирование, смешивание и т. д. [8, 9]. Однако для дальнейшего совершенствования применяемых технических средств и оптимизации технологических процессов необходимо изучение физико-механических свойств используемых вторичных продуктов.

В настоящее время смесь отжатой мезги и кукурузного экстракта поступает с основного производства с влажностью от 60 до 75% [10]. Далее она реализуется животноводческим предприятиям или направляется на сушку. Поэтому для совершенствования процессов, связанных с подготовкой данного продукта к скармливанию, в том числе сушкой, необходимо знать численные значения его объемной массы в зависимости от влажности.

Нами были проведены исследования зависимости объемной массы смеси  $u$  отжатой мезги и кукурузного экстракта от влажности  $W$  в интервале 40...80%.

Изначально смесь высушивали в сушильном шкафу при температуре 90<sup>0</sup>С до абсолютно сухого состояния. Затем полученную сухую смесь увлажняли водой до требуемой влажности. Необходимое количества воды  $B$  рассчитывали по формуле:

$$B = Q \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1}, \text{ кг} \quad (1)$$

где:  $Q$  – масса порции сухой смеси, кг;  
 $W_1$  – необходимая влажность смеси, %;

$W_2$  – исходная влажность смеси, %.

Объёмную массу увлажненной до требуемой влажности смеси определяли с помощью литровой пурки ПХ-1 (рис. 1) и рассчитывали по формуле:

$$\gamma = \frac{G_3}{V_{II}}, \quad (2)$$

где:  $\gamma$  – объёмная масса смеси отжатой мезги и кукурузного экстракта, кг/м<sup>3</sup>;

$G_3$  – масса смеси отжатой мезги и кукурузного экстракта в пурке, кг;

$V_{II}$  – объём пурки,  $V_{II} = 0,001$  м<sup>3</sup>.



Рисунок 1 – Общий вид лабораторной установки для определения объёмной массы смеси отжатой мезги и кукурузного экстракта.

Повторность экспериментов при выполнении исследований была пятикратной.

Результаты, экспериментальных исследований зависимости объёмной массы смеси отжатой мезги и кукурузного экстракта от влажности представлены в таблице.

Таблица – Результаты экспериментальных исследований

Влажность корма, ( $W$ ),%	40	50	60	70	80
Объёмная масса ( $\gamma$ ), кг/м <sup>3</sup>	235	291	422	572	798

По полученным результатам была построена графическая зависимость объёмной массы смеси, приготовленной из кукурузной мезги и экстракта, от ее влажности (рис. 2).

При изменении влажности смеси кукурузной мезги и экстракта в диапазоне 40...80%, ее объёмная масса изменяется от 245 до 798 кг/м<sup>3</sup>. При увеличении влажности на всем участке от 40 до 80% объёмная масса увеличивается почти в четыре раза, а характер полученной зависимости близок к линейной. При влажности 40% объёмная масса составляет 245кг/м<sup>3</sup>. Это можно объяснить тем, что кукурузная мезга представляет собой разрушенную оболочку зерна, которая в сухом виде обладает большим объемом и малой массой.

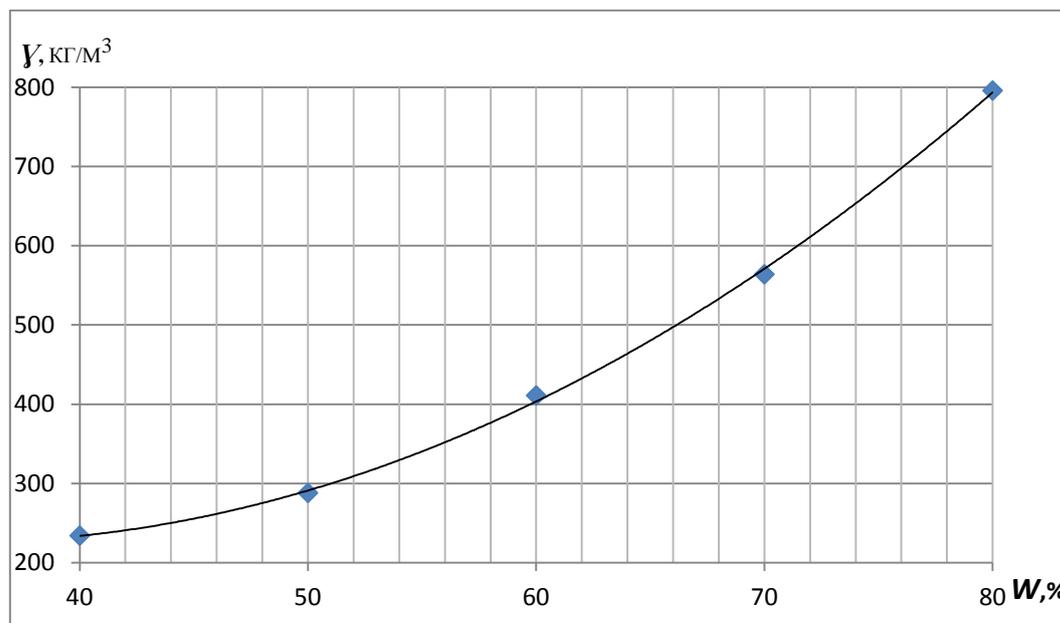


Рисунок 2 – Графическая зависимость объёмной массы  $\gamma$  смеси отжатой мезги и кукурузного экстракта от ее влажности  $W$ .

Полученные численные значения изменения объёмной массы от влажности смеси кукурузной мезги и экстракта будут полезны при совершенствовании конструктивно-технологических параметров технических средств производства кормосмесей из вторичных продуктов, получаемых при производстве крахмала.

### ***Библиографический список***

1. Патент № 2336722 С1 Российская Федерация, МПК А23К 1/00, А23К 1/16. Способ приготовления сырого корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства : № 2007115311/13 : заявл. 23.04.2007 : опубл. 27.10.2008 / Г. А. Подобуев, В. В. Утолин, М. А. Коньков ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева.

2. Способ приготовления корма из побочных продуктов крахмалопаточного производства / В. М. Ульянов, В. В. Утолин, М. А. Коньков, Н. В. Счастлива // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – № 1. – С. 8-9.

3. Исследование физико-механических свойств кукурузной мезги / В. М. Ульянов, В. В. Утолин, Е. Е. Гришков, С. И. Кисел // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 4. – С. 31-32.

4. Патент на полезную модель № 184627 U1 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Комбикормовый агрегат : № 2018115102 : заявл. 23.04.2018 : опубл. 01.11.2018 / В. В. Утолин, В. Д. Липин, Н. Е. Лузгин, М. В. Паршина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" ФГБОУ ВО РГАТУ.

5. Патент № 2492776 С1 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Комбикормовый агрегат : № 2012114947/13 : заявл. 16.04.2012 : опубл. 20.09.2013 / В. М. Ульянов, В. В. Утолин, Е. Е. Гришков.

6. Утолин, В. В. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров спирального смесителя / В. В. Утолин, Е. Е. Гришков, А. М. Лавров // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 1(25). – С. 70-76.

7. Ульянов, В. М. Смеситель кормов / В. М. Ульянов, В. В. Утолин, М. В. Паршина // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 348-352.

8. Патент № 2454273 С2 Российская Федерация, МПК В01F 7/02, А23N 17/00. Комбикормовый агрегат : № 2010116889/05 : заявл. 28.04.2010 : опубл. 27.06.2012 / Н. В. Счастлилова, А. А. Полункин, В. М. Ульянов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9. Комбикормовый агрегат / В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин, В. И. Гриньков, А. В. Байдов // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 02 марта 2018 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 36-40.

10. Анализ конструкций смесителей / В. В. Утолин [и др.] // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 187-194.

11. Intra-farm transportation of easily damaged agro food products for sustainable development of agricultures / S. N. Borychev [et al.] // IOP Conference

Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 12–14 мая 2021 года. – Volgograd, 2022. – P. 012048.

12. Проактивное моделирование динамической сложности агротехноценозов / А. М. Башилов [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 3(51). – С. 45-54.

**УДК 546.77**

*Сесин А.П., студент,  
Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Нагаев Н.Б., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Денисов С.В., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, РФ*

## **РОЛЬ МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Молибден – химический элемент периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 42. Микроэлемент активно участвует в синтезе хлорофилла и витаминов, в фосфорном и углеводном обменах. Относится к тяжелым металлам.

Активность молибдена в тканях растений приводит к увеличению процентного содержания хлорофилла, что в свою очередь усиливает интенсивность световой фазы фотосинтеза.

В 1953 году было впервые показано важное физиологическое значение молибдена для организма животных и человека. Началось всестороннее изучение данного элемента, влияние его на ход биохимических реакций, анализ его как функционального катализатора биохимических реакций, токсические свойства и роль биостимулятора.

Молибден - микроэлемент, выполняющий важную роль в процессе фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями, живущими в симбиозе с бобовыми растениями, способствует накоплению белка в семенах и тканях растений.

Молибден интересен тем, что он входит в состав нитратредуктазы, т.е. участвует в переводе нитратного азота в аммонийный. Аммонийная форма азота, которую растение использует для построения аминокислот, а затем белков. Культуры по нитратредуктазной активности делятся на три группы: с высокой, средней и низкой. К культурам с низкой нитратредуктазной активностью относятся как раз многие овощи: шпинат, белокочанная и цветная капуста, огурец, томат (из полевых – рапс и сахарная свекла). Поэтому недостаток молибдена приводит к тому, что в растениях накапливаются нитраты, превышая ПДК. Чтобы снизить содержание нитратов в плодах за 7 -

10 дней до уборки оптимально проводить листовую подкормку молибденсодержащими препаратами [2].

Исследования, проведенные на дерново-подзолистых и серых лесных почвах европейской части России, свидетельствуют о высоком положительном влиянии молибдена на урожайность различных культур, особенно зернобобовых.

В СФО некорневая подкормка молибденом способствовала увеличению урожайности сена клевера на 10-25%. Исследования на дерново-подзолистой и серой лесной легкосуглинистой почвах в условиях ЦФО дали результат, что внесение данного микроэлемента увеличивает урожайность озимой и яровой пшеницы.

У многих растений симптомы недостатка молибдена начинаются с появления светло-зеленых или бледно-оранжевых межжилковых пятен. Пятнистость обычно сопровождается краевым увяданием листьев у капусты или появлением закрученных пластинок у картофеля и томатов. Наблюдается нитевидность листьев, особенно при нитратном источнике азотного питания.

Молибден очень важен при выращивании бобовых культур. При ослаблении фиксации атмосферного азота листья бобовых растений приобретают светло- или желто-зеленый цвет, рост их резко замедляется или приостанавливается, стебли становятся красновато-бурыми, клубеньки на корнях мельчают и приобретают серую или буроватую окраску, т.е. появляются первые признаки отмирания [1].

На луговых и выщелоченных черноземах обработка семян люцерны раствором молибденовокислого аммония повысило энергию прорастания семян на 20%.

В условиях ЦФО молибден значительно повышает зимостойкость озимой пшеницы. Под влиянием данного элемента содержание сахара увеличивается не только поздней осенью, но и после перезимовки, ранней весной. Молибден в течение всего вегетационного периода повышает концентрацию клеточного сока растения, тем самым повышая стойкость растений к перепадам температур. По этой же причине, был сделан вывод о том, что молибден повышает урожайность культур даже в засушливые (т.е. неблагоприятные по погодным условиям) годы.

Применять молибденовые удобрения можно различными методами, но наиболее хозяйственно выгодна и распространена предпосевная обработка семян. Ее проводят 0,5% водным раствором молибдена в единой технологии с протравливанием инсектицидами и фунгицидами [5].

Если семена не были обработаны молибденом, то можно рекомендовать некорневую подкормку растений не позднее фазы конца бутонизации и начала цветения. Ее проводят 0,1% раствором микроэлемента. Расход рабочей жидкости при использовании наземной аппаратуры составляет 300-400 л/га. Можно проводить параллельную обработку с применением средств защиты растений, заранее убедившись в их химической совместимости.

Для устранения недостатка молибдена один раз в 5 лет его вносят в почву в количестве 2-4 кг/га. Наиболее целесообразно использовать молибденовый суперфосфат, мочевины с содержанием молибдена и молибденсодержащие отходы металлургической промышленности (шлаки). При использовании шлаков обязательны регулярные лабораторные исследования на содержание тяжелых металлов и радионуклидов.

Из групп культур, наиболее всего богаты молибденом бобовые, наименее - злаки. С урожаем сельскохозяйственных культур его выносятся от 10 до 300 г/га. Этот элемент необходим растениям в меньших количествах, чем другие микроэлементы [4].

Нельзя не отметить тот факт, что избыточное количество молибдена в растениях отрицательно отражается на здоровье животных и человека. Когда концентрация молибдена в растениях составляет более 10 - 20 мг/кг сухого вещества.

Интересен факт, что токсическое действие молибдена на растения отмечается не только при высоком уровне содержания этого элемента, но и при неблагоприятном соотношении меди и молибдена (оптимум 1:9).

Валовое содержание молибдена в почвах нашей страны изменяется от 0,1 до 12 мг/кг и в среднем составляет 2,0 мг/кг [7,8].

Наибольшее количество молибдена обнаружено в солонцах, довольно много его в черноземных почвах. Мало молибдена в дерново-подзолистых почвах, особенно легкого гранулометрического состава, где он легко вымывается. Однако при внесении больших доз органических удобрений, содержание молибдена в почве будет резко возрастать.

В подкисленной почве молибден переходит в состояние, недоступное для растений, за счет образования с ионами алюминия и железа плохо растворимых соединений. Переход в растворимое состояние возможен при внесении Са и Mg в пропорции 5:1.

При известковании земель, резко увеличивается подвижность молибдена. Однако известкование кислых почв не исключает необходимости применения молибденовых удобрений, а способствует снижению потребности в них.

При внесении фосфорных удобрений также увеличивается доступность молибдена сельскохозяйственными культурами.

В растительном организме молибден входит в состав ферментов, под действием которых происходит восстановление в клетках нитратного азота. Он играет большую роль в азотном обмене и синтезе белковых веществ, участвует в синтезе нуклеиновых кислот и в различных окислительно-восстановительных реакциях. Молибден входит в состав активного центра нитрогеназы – фермента, необходимого для связывания атмосферного азота (распространён у бактерий и архей) [2].

Под влиянием молибдена в растениях увеличивается содержание углеводов, каротина и аскорбиновой кислоты, белковых веществ, хлорофилла и повышается интенсивность фотосинтеза. Молибден оказывает влияние на

образование комплексов ДНК и РНК, а также влияет на фосфорный обмен у растений.

При дефиците молибдена растения становятся неустойчивы к низким температурам и дефициту воды. Наблюдаются нарушения в формировании пыльцы, т.е. страдает репродуктивная функция.

Молибден особенно важен для бобовых растений, поскольку концентрируется в клубеньках бобовых, способствуя их образованию и развитию. При его недостатке листья бобовых культур приобретают тусклую или желто-зеленую окраску.

Высокая эффективность молибденовых удобрений при достаточной обеспеченности другими элементами питания достигается при содержании молибдена в почвах Нечерноземной зоны менее 0,15 мг на 1 кг почвы, в Черноземной – менее 0,15-0,30 мг на 1 кг. Недостаток молибдена может проявляться на дерново-подзолистых, серых лесных, луговых черноземных почвах, на осушенных луговых торфяных почвах.

В качестве молибденовых удобрений рекомендуется применять молибдат аммония  $((\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4)$ . Это хорошо растворимый в воде светло-серый или белый кристаллический продукт. Используется для предпосевной обработки семян, а также при проведении листовых подкормок.

Суперфосфат простой и двойной гранулированный с молибденом используют при предпосевной обработке почвы и вносят в рядки при посеве универсальными посевными комплексами. Данная технология внесения интересна тем, что наблюдается выраженный пролонгированный синергетический эффект применения фосфора и молибдена.

Механическая смесь тонко измельченного сухого молибдата аммония и технического талька применяется для предпосевной обработки (опудривания) семян зерновых и зернобобовых культур [2].

Эффективность применения Мо возрастает на хорошем фоне калия и фосфора. Наиболее востребованы молибденовые удобрения в выращивании бобовых культур, таких как соя, клевер, люцерна, чечевица, нут, люпин, горох, вика, пелюшка, бобы, фасоль, а также некоторых овощных, и прежде всего шпината, различных видов салатов, цветной, белокочанной и брюссельской капусты, а также томатов.

### ***Библиографический список***

1. Анисимов, С. А. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов / С. А. Анисимов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 231-234.

2. Виноградов, Д. В. Влияние норм высева и уровня минерального питания на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // АгроЭкоИнфо. – 2014. – № 1(14). – С. 1.

3. Влияние гуминовых кислот на повышение плодородия почвы / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич, К. Д. Сазонкин, А. В. Ручкина // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 260-264.
4. Вопросы озеленения городских ландшафтов / А. А. Кунцевич [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-44.
5. Кунцевич, А. А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 91-94.
6. Новикова, Е. Е. Агробиологические основы применения удобрений / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 265-270.
7. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 291-296.
8. Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 313-317.
9. Пути оптимизации плодородности почв, подчиненных исправительным колониям Милославского и Скопинского районов, путем определения и оптимизации их химического состава / А. А. Полункин [и др.] // Фундаментальные основы и прикладные решения актуальных проблем возделывания зерновых бобовых культур : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Памяти ректора Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина (2004-2019 гг.), Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного работника агропромышленного комплекса России, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Дозорова Александра Владимировича, Ульяновск, 09 июня 2020 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2020. – С. 81-87.
10. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21

сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.

11. Сафронова, Д. Р. Виды удобрений / Д. Р. Сафронова, С. А. Камаев, А. А. Кунцевич // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец, 24 октября 2023 года. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 87-90.

12. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 403-408.

13. Использование протравителей в посевах рапса в условиях Рязанской области / А. С. Ступин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 66-69.

14. Агроэкологическая эффективность биопрепарата экстрасол при выращивании ячменя / Я. В. Костин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3(35). – С. 34-38.

15. Агрехимические приемы повышения продуктивности севооборота / Г. Н. Фадькин, А. В. Шемякин, Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы V Международной научно-практической конференции, Рязань, 31 марта – 01 2021 года. – Рязань: ИП Коняхин Александр Викторович, 2021. – С. 423-427.

16. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : МАТЕРИАЛЫ Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 59-61.

17. Влияние десикации на урожайность и качество семян озимой мягкой пшеницы сорт Виола / О. А. Лапшинова, О. А. Антошина, Н. А. Кузьмин, Г. Н. Фадькин // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – С. 75-79.

18. Костин, Я. В. Влияние длительного бесменного применения разных форм азотных удобрений на содержание азота в серой лесной почве и продуктивность сельскохозяйственных культур в Южной части Нечерноземья / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Е.А. Жорикова : Материалы научно-практической конференции, Рязань, 04 апреля 2011 года. – Рязань, 2011. – С. 121-124.

19. Эколого-экономическая оценка многолетнего применения разных форм минеральных удобрений / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин, В. И. Гусев [и др.] // Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА : 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2005. – С. 34-41.

20. Костин, Я. В. Влияние длительного применения различных форм азотных удобрений на урожай и качество культур в севообороте в условиях Рязанской области / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Научное наследие профессора П.А.Костычева в теории и практике современной аграрной науки : Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА: по материалам Всероссийской научно-практической конференции, 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается, Рязань, 01 января – 31 2005 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2005. – С. 30-31.

21. Влияние сидератов на восстановление плодородия почвы в агроландшафтах / А. А. Кутыраев, Г. Н. Фадькин, В. В. Чурилова, С. Д. Полищук // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 128-132.

22. Действие наночастиц на снижение инфекционной нагрузки фитопатогенов и сохранение ризосферных микроорганизмов / С. Д. Полищук, В. В. Чурилова, Г. Н. Фадькин [и др.] // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы : материалы IV национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 22 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 74-79.

*Лазарев Е.А., аспирант 3-го года обучения,  
Щур А.С., студент 4 курса,  
Маркушов А.А, студент 1 курса,  
Попова Е.А., студент 2 курса  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ**

Картофель – одна из ведущих сельскохозяйственных культур в мире, занимающая важное место в рационе питания населения и являющаяся ценным сырьем для перерабатывающей промышленности. Несмотря на широкое распространение и высокую востребованность, потенциал повышения эффективности производства и хранения картофеля реализован не в полной мере. Проблемы, связанные с неустойчивой урожайностью, значительными потерями при хранении, поражением болезнями и вредителями, требуют поиска и внедрения новых подходов и технологий. В связи с этим, актуальным является анализ существующих методов и разработка стратегий, направленных на повышение эффективности всего производственного цикла – от посадки до реализации.

Основой для повышения урожайности и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам является селекция и использование современных сортов. Важно отдавать предпочтение сортам, адаптированным к конкретным почвенно-климатическим условиям региона, обладающим высокой урожайностью, устойчивостью к болезням (фитофтороз, парша обыкновенная, вирусные болезни) и вредителям (колорадский жук, проволочник), а также хорошими потребительскими качествами. Актуальным направлением является развитие сортов с повышенным содержанием сухих веществ и устойчивостью к механическим повреждениям.

Подготовка почвы: Оптимальная подготовка почвы, включающая глубокую вспашку, рыхление, выравнивание поверхности и создание благоприятной структуры, обеспечивает хороший водно-воздушный режим и способствует развитию корневой системы.

Оптимизация сроков посадки: Сроки посадки должны соответствовать агроклиматическим условиям региона и биологическим особенностям сорта. Слишком ранняя или поздняя посадка может привести к снижению урожайности и повышению риска поражения болезнями и вредителями.

Густота посадки: Оптимальная густота посадки, определяемая сортом, плодородием почвы и технологией возделывания, обеспечивает максимальное использование ресурсов и формирование высокого урожая.

Внесение удобрений: Сбалансированное внесение минеральных удобрений, с учетом потребностей культуры в разные фазы развития, является важным фактором повышения урожайности и качества картофеля. Применение

органических удобрений способствует улучшению структуры почвы и повышению ее плодородия.

**Использование сидератов:** Посев сидеральных культур (например, горчицы, рапса) в качестве предшественников картофеля позволяет улучшить структуру почвы, обогатить ее органическим веществом и снизить количество нематод.

**Система защиты растений:** Разработка и применение комплексной системы защиты растений от болезней и вредителей, включающей агротехнические, биологические и химические методы, является необходимым условием для получения высокого и качественного урожая.

**Орошение:** В регионах с недостаточным количеством осадков орошение является важным фактором повышения урожайности картофеля. Применение современных методов полива (капельное орошение, дождевание) позволяет эффективно использовать водные ресурсы.

**Применение современных технологий:**

**Использование GPS-навигации:** Использование GPS-навигации при выполнении сельскохозяйственных работ (посадка, обработка почвы, внесение удобрений) позволяет повысить точность и эффективность, снизить затраты на горюче-смазочные материалы и избежать перекрытий.

**Беспилотные летательные аппараты (БПЛА):** Использование БПЛА для мониторинга посевов картофеля позволяет оперативно выявлять очаги поражения болезнями и вредителями, оценивать состояние посевов и планировать проведение защитных мероприятий.

**Точное земледелие:** Применение технологий точного земледелия, основанных на использовании датчиков и компьютерного анализа данных, позволяет оптимизировать внесение удобрений и средств защиты растений, учитывая неоднородность почвенного покрова и потребности растений в конкретных участках поля.

**Использование роботизированной техники:** Внедрение роботизированной техники для выполнения таких операций, как посадка, прополка, уборка урожая, позволяет снизить затраты на оплату труда и повысить производительность.

**Подготовка картофеля к хранению:**

**Уборка урожая:** Сроки уборки урожая должны быть оптимальными для данного сорта и региона. Слишком ранняя уборка может привести к снижению лежкости картофеля, а поздняя – к повышению риска поражения болезнями.

**Лечение (пролечивание) клубней:** После уборки урожая необходимо провести лечение клубней в течение 10-14 дней при температуре 12-18°C и высокой относительной влажности воздуха (85-90%). Это позволяет заживить механические повреждения и повысить устойчивость к болезням.

**Сортировка и калибровка:** Перед закладкой на хранение необходимо провести сортировку и калибровку клубней, удаляя поврежденные, больные и мелкие клубни.

**Оптимизация режимов хранения:**

Температурный режим: Оптимальная температура хранения картофеля зависит от сорта и назначения. Для длительного хранения столового картофеля рекомендуется поддерживать температуру 2-4°C, а для семенного картофеля – 1-3°C.

Влажность воздуха: Относительная влажность воздуха в хранилище должна быть на уровне 85-90%, чтобы предотвратить увядание и потерю массы клубней.

Вентиляция: Вентиляция хранилища необходима для удаления избыточной влаги и тепла, а также для поддержания оптимального газового состава воздуха.

Применение современных технологий хранения:

Использование активной вентиляции: Активная вентиляция позволяет эффективно регулировать температуру и влажность воздуха в хранилище, предотвращая развитие болезней и снижая потери при хранении.

Регулируемая атмосфера (РА): Хранение картофеля в РА с пониженным содержанием кислорода и повышенным содержанием углекислого газа позволяет замедлить процессы дыхания и старения клубней, продлевая срок их хранения.

Ингибиторы прорастания: Применение ингибиторов прорастания (например, диметилтетрахлорэтилен) позволяет предотвратить прорастание клубней во время хранения, сохраняя их товарный вид и потребительские качества.

Использование датчиков и систем мониторинга: Использование датчиков температуры, влажности и газового состава воздуха позволяет контролировать условия хранения и оперативно реагировать на изменения.

Хранение в контейнерах: Хранение картофеля в контейнерах позволяет улучшить вентиляцию, облегчить погрузочно-разгрузочные работы и снизить потери при хранении.

Внедрение цифровых решений для управления производством и хранением картофеля:

Внедрение цифровых решений, таких как системы управления фермой (Farm Management Systems), позволяет автоматизировать процессы сбора и анализа данных, оптимизировать планирование и управление производством, отслеживать состояние посевов и урожая, контролировать условия хранения и принимать обоснованные решения.

Повышение эффективности производства и хранения картофеля является комплексной задачей, требующей применения современных научных достижений и передового опыта. Внедрение современных технологий, совершенствование агротехнических приемов, использование устойчивых сортов, оптимизация режимов хранения и внедрение цифровых решений позволяют значительно повысить урожайность и качество картофеля, снизить потери при хранении и обеспечить продовольственную безопасность. Дальнейшие исследования в области селекции, физиологии растений, защиты растений и хранения картофеля будут способствовать разработке новых, более

эффективных технологий и методов, направленных на повышение эффективности всего производственного цикла.

### *Библиографический список*

1. Щур, А. С. Актуальные вопросы инженерно-технической поддержки сельскохозяйственных предприятий / А. С. Щур, О. П. Гаврилина // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 190-196.

2. Гаврилина, О. П. Инженерно-технические решения для АПК / О. П. Гаврилина, А. С. Щур // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 60-67.

3. Гаврилина, О. П. Техническая эксплуатация автомобильного транспорта и сельскохозяйственной техники / О. П. Гаврилина, А. С. Щур // Инновационный вектор развития отечественного АПК : Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 276-283.

4. Патент на полезную модель № 175783 U1 Российская Федерация, МПК E04H 5/08. Хранилище сельскохозяйственной продукции : № 2017116245 : заявл. 10.05.2017 : опубл. 19.12.2017 / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, В. Д. Липин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

5. Борычев, С.Н. Современное картофелеводство России / С.Н. Борычев и [др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: РГАТУ, 2019. - С. 84-90.

6. Колошеин, Д.В. Основы проектирования вентиляции хранилищ с учетом физико-механических свойств (на примере Рязанской области) / Д.В. Колошеин //Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2015. - С. 98-101.

7. Колошеин, Д.В. Лабораторные исследования процесса хранения картофеля в хозяйстве ООО «Подсосенки» Шацкого района Рязанской области / Д.В. Колошеин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2016. - № 1. - С. 71-74.

8. Колошеин, Д.В. Теоретические исследования хранения картофеля в современных картофелехранилищах/ Д.В. Колошеин, Р.А. Чесноков // Новые

технологии в науке, образовании, производстве : Материалы международной научно-практической конференции. - Рязань, 2015. - С. 211-214.

9. Колошеин, Д.В. Классификация современных картофелехранилищ / Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы VI международной науч.-практ. конференции. - Ульяновск 2015. - С. 171-174.

10. Колошеин, Д.В. Анализ прогнозирования лежкости сортов картофеля в условиях Шацкого района / Д.В. Колошеин, О.А. Савина, Н.А. Белов // Агропромышленный комплекс: контуры будущего: Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - Курск, 2015. - С. 72-76.

11. Колошеин, Д.В. Условия хранения корнеплодов в Рязанской области (на примере картофеля и морковки) / Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Проблемы и пути инновационного развития АПК : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. - Махачкала, 2014. - С. 101-105.

12. Патент на полезную модель № 194510 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/00. Каток опорный картофелеуборочного комбайна : № 2019126717 : заявл. 23.08.2019 : опубл. 12.12.2019 / И. В. Лучкова, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

13. К вопросу об исследованиях по хранению картофеля / С. Н. Борычев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2019. - № 2. - С. 129-134.

14. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской области / Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2013. – № 1(17). – С. 64-68.

15. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д. Н. Бышов [и др.] // Сельский механизатор. – 2015. – № 8. – С. 28-29.

16. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г. Д. Кокорев [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : Доклады Международной научно-практической конференции, Минск, 21–22 марта 2013 года. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 197-200.

17. Синицин, П. С. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / П. С. Синицин, Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 01 января – 31 2011 года / МСХ РФ, ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 263-269.

18. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта / И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 2060-2075.

19. Кокорев, Г. Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. Н. Николотов // Перспективные направления автотранспортного комплекса : II Международная научно-производственная конференция, Пенза, 18–20 ноября 2009 года. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – С. 135-138.

20. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах / И. А. Успенский, И. А. Юхин, С. В. Колупаев, К. А. Жуков // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С. 12-15.

21. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур / Н. В. Аникин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М.Гуревича. Сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 2010 года. Том Выпуск 11. – Киров: Вятская ГСХА, 2010. – С. 45-49.

22. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619462 Российская Федерация. Программа расчета нормы эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств : № 2023617644 : заявл. 21.04.2023 : опубл. 11.05.2023 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

23. Патент на полезную модель № 129345 U1 Российская Федерация, МПК А01D 17/00. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2012133070/13 : заявл. 01.08.2012 : опубл. 27.06.2013 / Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнический университет имени П.А. Костычева».

24. Патент на полезную модель № 161488 U1 Российская Федерация, МПК В60R 9/00, В60R 1/00. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства : № 2015145901/11 : заявл. 26.10.2015 : опубл. 20.04.2016 / О. В. Филюшин [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

25. Патент на полезную модель № 157146 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2015120963/13 : заявл. 02.06.2015 : опубл. 20.11.2015 / Д. А. Волченков [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

*Костенко М.Ю., д-р техн. наук,  
Рембалович Г.К., д-р техн. наук,  
Безносюк Р.В., канд. техн. наук,  
Калинин А.В., аспирант  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СПОСОБЫ ОСАЖДЕНИЯ АЭРОЗОЛЯ НА РАСТЕНИЯ**

Аэрозоль – это дисперсная газообразная среда, содержащая капли жидкости.

Аэрозоли могут образоваться конденсационным и диспергационным способами [1,5]. Диспергационный способ предполагает подачу рабочей жидкости в высокоскоростной воздушный поток. В результате в воздушном потоке образуются капли. Величина капель определяется скоростью воздушного потока и коэффициентом поверхностного натяжения жидкости. Конденсационный способ предполагает испарение рабочей жидкости в нагретом потоке газовой среды. При попадании газового потока с испаренной жидкостью в воздушную среду поток охлаждается, и рабочая жидкость конденсируется капли. Аэрозоли различают по дисперсности: ультрадисперсными называют аэрозоли с размерами капель жидкости  $0,001 \div 0,01$  мкм; высокодисперсными -  $0,01 \div 0,1$  мкм; среднедисперсными -  $0,1 \div 10$  мкм; грубодисперсными -  $10 \div 100$  мкм [1,5,7].

При использовании генератора горячего тумана образуется среднедисперсные аэрозоли. Среднедисперсные аэрозоли эффективны при обработки закрытых помещений: складов, зернохранилищ, теплиц, овощехранилищ, животноводческих помещений, а также для обработки растений. Чем выше дисперсность аэрозолей, тем больше подвижность капель, тем труднее происходит их осаждение на обрабатываемые поверхности. С другой стороны, высокодисперсные капли не подвержены гравитации и могут осаживаться на поверхностях, расположенных разнообразным способом, в том числе, на труднодоступных.

Различают следующие виды осаждения капель: гравитационное, инерционное, звуковое и ультразвуковое, температурное, электростатическое осаждение [1].

Гравитационное осаждение предполагает осаждение капель аэрозоля под действием силы тяжести. Крупные капли аэрозоля диаметром 50-100 мкм при двигаясь с малой скоростью без изменения направления осаждаются на верхней поверхности листа. Гравитационное осаждение применяется для полного и малообъемного опрыскивания, причем процент осаждения составляет около 40-50%. Эффективность осаждения возрастает при уменьшении высоты обработки с учетом равномерности распыла и равномерности распределения аэрозоля [3]. Хорошо развитый куст растений со значительной листовой поверхностью способствует улучшению осаждения.

Гравитационный метод пригоден для осаждения крупных капель приводит к увеличению трудоемкости и увеличению расхода воды для получения рабочего раствора.

Инерционное осаждение возможно при скорости воздушного потока с аэрозолем 10-15 м/с. Так как капли аэрозоля сохраняют направление первоначального движения, то при встрече со стеблями и листьями растений они осаживаются на них. Размер капель способных к инерционному осаждению составляет более 20 мкм. Процент осаждения капель составляет около 20-70%, причем, чем больше диаметр капель, тем лучше осаждение. Такое осаждение используют в вентиляторных опрыскивателях, что особенно эффективно при обработке садовых деревьев и кустарников. Эффективность осаждения инерционным способом зависит от выбора направленности воздушных потоков с аэрозолем относительно растений [3].

Осаждение аэрозолей с помощью звукового и ультразвукового воздействия может осуществляться при размере капель аэрозолей от 1 до 10 мкм. Наиболее часто осуществляют звуковую коагуляцию частиц (укрупнение их размера) для использования других методов осаждения, например, электростатического осаждения. Для получения эффективного осаждения капель аэрозоля на растения мощность звукового поля превышает болевой порог чувствительности человека, поэтому звуковую коагуляцию и осаждение применяют в закрытых системах, где нет доступа человека. Таким образом, звуковая и ультразвуковая коагуляция является промежуточным способом для осаждения высокодисперсных частиц и наиболее часто применяется для очистки промышленных газ от трудно отделимых высокодисперсных частиц. Ультразвуковое воздействие способно генерировать диспергированные аэрозоли с размером капель 5-6 мкм. В тоже время ультразвуковое воздействие значительной мощности будет способствовать коагуляции капель аэрозоля [4,5].

Температурное осаждение происходит благодаря самопроизвольному движению капель горячего аэрозоля в направлении снижения температуры – термофореза. Движение капель обусловлено тем, что чем выше температура, тем быстрее движутся потоки аэрозоля и тем большее давление они оказывают на соседние частицы. С охлаждением потока скорость капель аэрозоля снижается, и они смещаются в более холодную зону. Учитывая, что температура аэрозоля на выходе из генератора горячего тумана составляет, около 60-90 градусов, а температура растений 20-25 градусов возникает температурный градиент, который способствует возникновению термофоретической силы. Скорость передвижения капель аэрозоля будет определяться градиентом температур и не зависит от размера капель. При температурном осаждении возможно возникновении фотофореза, так как освещенная часть растения нагревается больше, то капли аэрозоля будут осаждаться на менее нагретых неосвещенных частях растений. Таки образом, при фотофорезе возможно осаждений капель горячего аэрозоля на нижней

стороне листа, на стебле и в пазухах листьев, на которые обычно не попадает солнечный свет [1,6].

Электростатическое осаждение аэрозолей возникает в результате движения заряженных капель аэрозолей конденсационного типа. Заряд на каплях может образоваться как в результате естественных причин при конденсации, так и при ионизации ультрафиолетовыми и радиоактивными лучами. Естественный заряд для капель одинакового размера может быть различным как по величине, так и по знаку. На конденсированных поверхностях возможно образование незначительного электрического потенциала вследствие поверхностной ориентации молекул воды. Наличие электростатического поля приводит к ионизации капель аэрозоля и движению заряженных капель в электростатическом поле [2,6]. Заряд капель аэрозоля зависит от их размера – с увеличением величина предельного заряда уменьшается. Сильно заряженная капля будет испаряться до тех пор, пока сила поверхностного натяжения не превысит силу внешнего электростатического поля. Таким образом, высокая напряженность ведет к дроблению капель аэрозоля и увеличению скорости их передвижения в электростатическом поле. Учитывая, что аэрозоли содержат не только капли воды, но и другие вещества, то заряд этих частиц может быть как положительным, так и отрицательным.

Скорость перемещения частиц в значительной степени зависит от размера, наибольшую скорость имеют капли аэрозоля диаметром от 0,3 до 20 мкм. Температура окружающей среды влияет на скорость перемещения капель, а также на устойчивость коронного разряда. При снижении температуры скорость миграции капель возрастает, также при этих условиях возможно увеличить напряженность электростатического поля. Увеличение влажности окружающей среды способствует увеличению скорости капель. Эффективность электростатического осаждения капель значительной степени определяется скоростью воздушного потока (скоростью аэрозоля), так при скорости 1,5 м/с возможно срывание капель с обрабатываемой поверхности.

Заряд капель аэрозоля происходит в непосредственной близости положительного электрода на пути не более на пути 200 мм, а затем заряженные капли интенсивно движутся в сторону отрицательного электрода. Процесс осаждения частиц происходит в течение нескольких секунд. Напряженность электрического поля в значительной степени определяет скорость осаждения частиц, но с увеличением напряженности повышается риск пробоя в газовом промежутке.

Таким образом, анализ способов осаждения среднедисперсных аэрозолей конденсационного типа показал, что электростатическое осаждение имеет наиболее высокую эффективность. В тоже время на скорость осаждения влияет температура, влажность и скорость воздушного потока. При снижении температуры и увеличении влажности окружающей среды скорость осаждения капель аэрозоля возрастает. На эффективность осаждения значительной степени не должна превышать 1,5 м/с.

### *Библиографический список*

1. Береснев, С.А. Физика атмосферных аэрозолей: Курс лекций / С.А. Береснев, В.И. Грязин. – Екатеринбург : Изд-во Урал. Университета. – 2008. – 227 с.
2. Влияние электростатического поля на развитие растений / А. В. Калинин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2024. – Т. 16, № 3. – С. 127-133.
3. Качество предпосадочной обработки клубней аэрозолями / А. К. Зиновьев, Г. К. Рембалович, А. В. Шемякин, М. Ю. Костенко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 118-124.
4. Кузнецов, В.В. Физическая и коллоидная химия. Учеб. пособие для вузов / В.В. Кузнецов, В.Ф. Усть-Качкинцов. — М.: Высш. школа, 2006. – 277 с.
5. Основы химической технологии: Учебник для студентов хим.-технол. спец. вузов / И.П. Мухленов, А.Е. Горштейн, Е.С. Тумаркина; Под ред. И.П. Мухленова. – 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1991. – 463 с.
6. Особенности обработки растений высокодисперсными аэрозолями / А. В. Калинин, М. Ю. Костенко, Н. А. Костенко, М. Ю. Афанасьев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 116-122.
7. Хромов, С.П. Метеорология и климатология: Учебник, 4-е изд.: перераб. и доп. / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. — М.: МГУ, 1999. – 520 с.
8. Аникин, Н. В. Перспектива применения газобаллонной автотракторной техники в агропромышленном комплексе Российской Федерации / Н. В. Аникин, Н. В. Дмитриев, К. А. Дорофеева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 38-42.
9. Синицин, П. С. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / П. С. Синицин, Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 01 января – 31 2011 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 263-269.
10. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах / И. А. Успенский, И. А. Юхин, С. В.

Колупаев, К. А. Жуков // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С. 12-15.

11. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур / Н. В. Аникин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М.Гуревича : Сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 2010 года. Том Выпуск 11. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – С. 45-49.

12. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России / С. С. Туболев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 10. – С. 3-5.

13. Повышение надежности технологического процесса и технических средств машинной уборки картофеля по параметрам качества продукции / Т. К. Рембалович [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 3. – С. 6-8.

14. Использование протравителей в посевах рапса в условиях Рязанской области / А. С. Ступин, Д. В. Виноградов, Е. И. Лупова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 66-69.

15. Агроэкологическая эффективность биопрепарата экстрасол при выращивании ячменя / Я. В. Костин, Р. Н. Ушаков, М. М. Крючков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3(35). – С. 34-38.

16. Агрехимические приемы повышения продуктивности севооборота / Г. Н. Фадькин, А. В. Шемякин, Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы V Международной научно-практической конференции, Рязань, 31 марта – 01 2021 года. – Рязань: Индивидуальный предприниматель Коняхин Александр Викторович, 2021. – С. 423-427.

17. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 59-61.

18. Влияние десикации на урожайность и качество семян озимой мягкой пшеницы сорт Виола / О. А. Лапшинова, О. А. Антошина, Н. А. Кузьмин, Г. Н. Фадькин // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – С. 75-79.

19. Костин, Я. В. Влияние длительного бесменного применения разных форм азотных удобрений на содержание азота в серой лесной почве и продуктивность сельскохозяйственных культур в Южной части Нечерноземья / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Е.А. Жорикова : Материалы научно-практической конференции, Рязань, 04 апреля 2011 года. – Рязань, 2011. – С. 121-124.

20. Эколого-экономическая оценка многолетнего применения разных форм минеральных удобрений / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин, В. И. Гусев [и др.] // Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА : 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2005. – С. 34-41.

21. Костин, Я. В. Влияние длительного применения различных форм азотных удобрений на урожай и качество культур в севообороте в условиях Рязанской области / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Научное наследие профессора П.А.Костычева в теории и практике современной аграрной науки : Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА: по материалам Всероссийской научно-практической конференции, 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается, Рязань, 01 января – 31 2005 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2005. – С. 30-31.

22. Влияние сидератов на восстановление плодородия почвы в агроландшафтах / А. А. Кутыраев, Г. Н. Фадькин, В. В. Чурилова, С. Д. Полищук // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 128-132.

23. Действие наночастиц на снижение инфекционной нагрузки фитопатогенов и сохранение ризосферных микроорганизмов / С. Д. Полищук, В. В. Чурилова, Г. Н. Фадькин [и др.] // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы : материалы IV национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 22 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 74-79.

*Чернышов Р.В., аспирант,  
Долгов И.О., аспирант,  
Щур А.С., студент 4 курса,  
Маркушов А.А., студент 1 курса,  
Попова Е.А., студент 2 курса  
ФГБОУ ВОРГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЦЕНА НА КАРТОФЕЛЬ: ФАКТОРЫ РОСТА И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ**

Картофель занимает важное место в рационе питания населения многих стран, в том числе и России. Он является источником углеводов, витаминов и минералов, а также используется в различных отраслях пищевой промышленности. Рост цен на картофель, обусловленный рядом факторов, вызывает беспокойство и требует комплексного анализа для выработки эффективных мер по стабилизации рынка и обеспечению доступности продукта для населения.

Ценообразование на картофель – сложный процесс, зависящий от множества взаимосвязанных факторов, которые можно условно разделить на несколько групп:

Факторы, связанные с производством и урожайностью:

Климатические условия: Погодные условия в период посадки, вегетации и уборки урожая оказывают существенное влияние на урожайность картофеля. Засухи, наводнения, заморозки и другие неблагоприятные погодные явления могут привести к снижению урожайности и, как следствие, к росту цен.

Качество семенного материала: Использование некачественного семенного материала (больного, поврежденного, с низкой всхожестью) приводит к снижению урожайности и повышению себестоимости продукции.

Использование удобрений и средств защиты растений: Применение неэффективных или недостаточных объемов удобрений и средств защиты растений приводит к снижению урожайности и увеличению потерь урожая от болезней и вредителей.

Технологии выращивания: Недостаточное использование современных агротехнологий (например, капельного орошения, использования специализированной техники) приводит к увеличению трудозатрат и снижению эффективности производства.

Затраты на энергоресурсы: Рост цен на электроэнергию, топливо и другие энергоресурсы оказывает влияние на себестоимость производства картофеля, особенно при использовании интенсивных технологий.

Факторы, связанные с хранением:

Условия хранения: Неправильное хранение картофеля (несоблюдение температурного режима, влажности, вентиляции) приводит к значительным потерям урожая от гниения, прорастания и других факторов.

Стоимость хранения: Затраты на аренду складских помещений, электроэнергию для поддержания оптимального режима хранения, а также оплату труда персонала оказывают влияние на цену картофеля в период межсезонья.

Наличие современных хранилищ: Недостаточное количество современных хранилищ с регулируемой атмосферой приводит к высоким потерям урожая и ограниченному предложению картофеля в зимний и весенний периоды.

Факторы, связанные с логистикой:

Транспортные расходы: Рост цен на топливо и транспортные услуги оказывает влияние на стоимость доставки картофеля от производителя к потребителю.

Географическое положение: Удаленность регионов производства от основных центров потребления увеличивает транспортные расходы и, как следствие, цену картофеля.

Инфраструктура: Незрелость дорожной инфраструктуры и недостаток логистических центров увеличивают время и стоимость транспортировки картофеля.

Себестоимость переработки картофеля существенно зависит от цен на сырье (специализированные сорта, соответствующие стандартам), энергоресурсы, упаковочные материалы и дополнительные ингредиенты. Волатильность цен на эти компоненты оказывает прямое влияние на отпускные цены готовой продукции. Снижение затрат на переработку требует оптимизации логистики закупок и поиска альтернативных поставщиков, при этом необходимо учитывать компромисс между ценой и качеством материалов, влияющих на срок годности и потребительские свойства продукта.

Использование устаревшего оборудования и технологий с низкой степенью автоматизации, высоким энергопотреблением и значительными потерями сырья приводит к увеличению затрат и снижению эффективности производства. Внедрение современных автоматизированных линий, обеспечивающих сортировку, мойку, резку, обжарку и упаковку, позволяет оптимизировать производственный процесс, минимизировать потери сырья, сократить энергопотребление и повысить качество конечного продукта. Инвестиции в новые технологии и повышение квалификации персонала являются критически важными для повышения конкурентоспособности и снижения себестоимости переработанной картофельной продукции. Перспективным направлением является также внедрение инновационных биохимических методов, например, ферментативной обработки, для улучшения текстуры и вкусовых характеристик, что повышает добавленную стоимость продукта.

Факторы, связанные с рыночной конъюнктурой и государственным регулированием:

Спрос и предложение: Соотношение спроса и предложения на рынке картофеля оказывает существенное влияние на цену. В случае превышения спроса над предложением цены, как правило, растут.

Импорт и экспорт: Объемы импорта и экспорта картофеля могут оказывать влияние на внутренние цены. Например, в случае дефицита картофеля на внутреннем рынке импорт может стабилизировать цены.

Государственное регулирование: Меры государственного регулирования, такие как субсидирование производства, регулирование импорта и экспорта, а также поддержка развития инфраструктуры, могут оказывать влияние на цены на картофель.

Инфляция и колебания валютных курсов: Общий уровень инфляции и колебания валютных курсов могут оказывать влияние на цены на картофель, как и на другие товары.

Для стабилизации цен на картофель и обеспечения его доступности для населения необходимо реализовать комплекс мер, направленных на снижение себестоимости производства, сокращение потерь при хранении и транспортировке, а также развитие конкуренции на рынке.

Повышение урожайности:

Использование высококачественного семенного материала современных сортов, устойчивых к болезням и вредителям.

Применение современных агротехнологий, включая капельное орошение и использование специализированной техники.

Оптимизация применения удобрений и средств защиты растений.

Сокращение потерь при хранении:

Строительство и модернизация современных картофелехранилищ с регулируемой атмосферой.

Оптимизация режимов хранения картофеля (температура, влажность, вентиляция).

Внедрение современных технологий обработки картофеля перед хранением (например, обработка биопрепаратами).

Оптимизация логистики:

Развитие дорожной инфраструктуры и логистических центров.

Оптимизация транспортных маршрутов и использование современных транспортных средств.

Сокращение числа посредников между производителем и потребителем.

Развитие переработки:

Модернизация предприятий по переработке картофеля.

Внедрение современных технологий переработки, позволяющих снизить затраты и увеличить выход готовой продукции.

Развитие новых видов продукции из картофеля.

Государственное регулирование:

Поддержка отечественных производителей картофеля (субсидирование производства, льготное кредитование).

Регулирование импорта и экспорта картофеля для стабилизации внутреннего рынка.

Поддержка развития инфраструктуры (дороги, хранилища, логистические центры).

Содействие развитию конкуренции на рынке картофеля.

Цена на картофель – сложный и многофакторный показатель. Стабилизация цен на картофель и обеспечение его доступности для населения требует комплексного подхода, включающего меры по повышению урожайности, сокращению потерь при хранении и транспортировке, развитию переработки, а также эффективное государственное регулирование. Реализация предложенных мер позволит снизить себестоимость производства картофеля, оптимизировать логистику и переработку, а также создать благоприятные условия для развития конкуренции на рынке, что в конечном итоге приведет к снижению ценовой нагрузки на потребителей и повысит продовольственную безопасность страны.

### *Библиографический список*

1. Щур, А. С. Актуальные вопросы инженерно-технической поддержки сельскохозяйственных предприятий / А. С. Щур, О. П. Гаврилина // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 190-196.

2. Гаврилина, О. П. Инженерно-технические решения для АПК / О. П. Гаврилина, А. С. Щур // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 60-67.

3. Гаврилина, О. П. Техническая эксплуатация автомобильного транспорта и сельскохозяйственной техники / О. П. Гаврилина, А. С. Щур // Инновационный вектор развития отечественного АПК : Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 276-283.

4. Патент на полезную модель № 175783 U1 Российская Федерация, МПК E04H 5/08. Хранилище сельскохозяйственной продукции : № 2017116245 : заявл. 10.05.2017 : опубл. 19.12.2017 / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, В. Д. Липин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

5. Борычев, С.Н. Современное картофелеводство России / С.Н. Борычев и [др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития

агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции - Рязань: РГАТУ, 2019. - С. 84-90.

6. Колошеин, Д.В. Основы проектирования вентиляции хранилищ с учетом физико-механических свойств (на примере Рязанской области) /Д.В. Колошеин // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2015. - С. 98-101.

7. Колошеин, Д.В. Лабораторные исследования процесса хранения картофеля в хозяйстве ООО «Подсосенки» Шацкого района Рязанской области / Д.В. Колошеин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2016. - № 1. - С. 71-74.

8. Колошеин, Д.В. Теоретические исследования хранения картофеля в современных картофелехранилищах/Д.В. Колошеин, Р.А. Чесноков // Новые технологии в науке, образовании, производстве по материалам международной научно-практической конференции. - Рязань, 2015. - С. 211-214.

9. Колошеин, Д.В. Классификация современных картофелехранилищ / Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы VI международной научно-практической конференции. - Ульяновск 2015. - С. 171-174.

10. Колошеин, Д.В. Анализ прогнозирования лежкости сортов картофеля в условиях Шацкого района/ Д.В. Колошеин, О.А. Савина, Н.А. Белов // Агропромышленный комплекс: контуры будущего: Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. - Курск, 2015. - С. 72-76.

11. Колошеин, Д.В. Условия хранения корнеплодов в Рязанской области (на примере картофеля и морковки) / Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Проблемы и пути инновационного развития АПК : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. - Махачкала, 2014. - С. 101-105.

12. Патент на полезную модель № 194510 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/00. Каток опорный картофелеуборочного комбайна : № 2019126717 : заявл. 23.08.2019 : опубл. 12.12.2019 / И. В. Лучкова [и др.] ; заявитель ФГБОУВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

13. К вопросу об исследованиях по хранению картофеля / С. Н. Борычев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. - 2019. - № 2. - С. 129-134.

14. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России / С. С. Туболев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 10. – С. 3-5.

15. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. Н. Николотов, Е. А. Карцев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 32-34.

16. Кокорев, Г. Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта / Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский // Нива Поволжья. – 2010. – № 1(14). – С. 39-43.

17. Инновационные процессы и устройства для "бережной" сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина, Москва, 17–18 сентября 2013 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. Том Часть 1. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2013. – С. 275-277.

18. Патент № 2592111 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/10, А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2015104275/13 : заявл. 10.02.2015 : опубл. 20.07.2016 / А. А. Голиков [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

**УДК 546.27**

*Тишкина Е.А., студент,  
Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Соколов А.А., канд. с.-х. наук,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Утолин В.В., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ БОРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Для оптимального развития и роста растений необходимы как макроэлементы, так и микроэлементы, например цинк (Zn), медь (Cu), молибден (Mo), кобальт (Co), железо (Fe), марганец (Mn), бор (B). Данные вещества нужны в минимальных, иногда в следовых количествах, но, тем не менее, играют очень важную роль в физиологии растений, являясь биоактиваторами (катализаторами) биохимических реакций. Недостаток микроэлементов приводит к нарушению ростовых процессов и генеративных функций у растений.

Основными источниками микроэлементов являются органические, минеральные и органоминеральные удобрения. Содержание их в навозе

животных зависит в первую очередь от рациона кормления и содержания данных элементов в кормах и кормовых (пищевых) добавках.

Принято различать валовое количество содержания микроэлементов и соотношение подвижных форм, доступных для поглощения культурными растениями. Причем отношение валовое/доступное содержание отличается в разы. Существует несколько способов перевода микроэлементов из недоступных в доступные, например, применение сидератов, активация почвенной микрофлоры, правильно подобранные культуры в севооборотах, отличающиеся разным выносом элементов питания.

Отмечено, что, в 1 т навоза КРС содержание Mg варьируется в пределах 50-100 г/т, Zn 40 - 60 г/т, Cu 5 - 10 г/т, Mo 1 - 2 г/т, B 4 - 5 г/т [7].

Бор – микроэлемент, недостаток которого нарушает водный, азотный, гормональный и минеральный обмен в тканях растений, запускает процесс отмирания меристемных тканей и распада сложных белковых систем.

Дефицит бора способствует накоплению токсичных амидов и аммиака, крайне негативно влияющих на растительные клетки. Бор играет важную роль в делении клеток и синтезе белков. Он является необходимым элементом построения клеточной оболочки.

Бор играет важную роль в жизни растений и отвечает за несколько направлений.

Он активизирует рост меристемных тканей, которые интенсивно делятся, обеспечивая нарастание зеленой массы. Поэтому при дефиците бора слабо развиваются точки роста, корни и стебли.

Бор способствует активному развитию цветков и завязей, потому что напрямую влияет на процесс опыления и завязыванию плодов. Недостаток бора часто ведет к отмиранию и опадению завязей.

При недостатке бора ухудшается не только товарный вид урожая и его лежкость, но и снижается стойкость плодов и овощей к механическим повреждениям [6].

Бор является «помощником» органелл клеток растений в процессах усвоения кальция, фосфора, азота и производства белковых молекул.

Еще нельзя не ответить роль бора в процессах роста бобовых культур, данный элемент отвечает за функционирование клубеньковых бактерий, способствующих усвоению растениями атмосферного азота, прямо отвечая за фиксацию его из атмосферы воздуха. Т.е. принимая прямое участие в белковом обмене.

Недостаток бора в почве компенсируется применением различных видов борных удобрений разными способами.

Способы внесения микроудобрений зависят от зоны, культуры и уровня обеспеченности почв микроэлементами. Существуют основные способы применения микроудобрений: обработка посевного материала растений (семян, клубней, корнеплодов), некорневая подкормка вегетирующих растений раствором микроудобрений и непосредственное внесение удобрений в почву.

При явном недостатке микроэлементов в почве микроудобрения вносят в качестве основного удобрения. На среднеобеспеченных микроэлементами почвах проводят опудривание (опрыскивание) семян или же некорневые подкормки (опрыскивание по листу) вегетирующих растений. Подкормки проводят, как правило, совместно с обработкой посевов средствами химической защиты растений, для снижения издержек. Но тут внимательно нужно подходить к вопросам совместимости препаратов и удобрений, учитывать синергетический или (и) антагонистический эффект.

Сильнее всего на недостаток бора реагируют зернобобовые культуры, рапс, подсолнечник, лен, люцерна. Масличные и зернобобовые в первую очередь реагируют на проведение листовых подкормок данным элементом.

Транспорт бора по тканям в растении сильно зависит от содержания подвижной влаги в почве – чем ее меньше, тем более перемещение затруднено. Особенно сильно дефицит бора ощутим на песчаных малогумусных почвах, т.к. на легких почвах он легко вымывается [4].

Культуры, чувствительные к недостатку бора, отзывчивы на 2-3 обработки и более.

Кукуруза. Недостаток бора сильно влияет на урожайность данной культуры. Обработка бором способствует нарастанию корневой системы и увеличению вегетативной массы. Рекомендуются обработка семян и пролив по листу в фазе 6-8 листьев.

Подсолнечник. Дефицит данного элемента снижает валовую урожайность и содержание масла в семечке. Оптимально – предпосевная обработка семян и листовые подкормки в фазе двух листьев, перед цветением и во время начала формирования корзинки (обработка, направленная в первую очередь на качество).

Рапс. Бор увеличивает содержание масла в семенах культуры, способствует активному развитию корневой системы. Вносить лучше всего водорастворимые борные удобрения (в виде органоминеральных) в фазе роста стеблей и во время формирования розетки цветов.

Люцерна. Борные внекорневые удобрения в фазе цветения дают прибавку к урожайности семян люцерны на 18-20%. Применение бора усиливает рост вегетативной массы.

Лен. Лен очень чувствителен к недостатку бора, из-за этого отмечаются максимальные потери урожая. Бором обрабатывают семена перед посевом, но это сделать сложно, из-за т.н. «омыления» семян, а также в период вегетации льна по листьям, можно в фазу «елочка» с основной гербицидной обработкой.

Самый недорогой и рабочий вариант – это применение борной кислоты. Вместе с цинком и марганцем бор улучшает обмен органических веществ в растениях, но в тоже время эти элементы уменьшают подвижность самого бора. Это важно знать при расчете дозировки при проведении подкормок и составления баковых смесей [3].

Еще одна особенность бора: при внесении с доломитовой (известняковой) мукой уменьшается усвояемость бора из почвы и его подвижность. Поэтому

вносить борные удобрения совместно с проведением химической мелиорации не рекомендуется.

Можно использовать органическую форму бора – борэтанолламин [1].

Преимущество использования именно органической формы бора – облегчение для растения транспорта бора по флоэме. Когда при обработке удобрениями используют неорганические формы бора, такие как тетрабораты натрия или аммония, борную кислоту, растениям приходится тратить дополнительные ресурсы на перевод и метаболизацию бора в органическую форму, используя для этого собственные ресурсы, в первую очередь аминокислоты.

Лимитирующий фактор применения борэтанолламина является щелочная реакция препарата, что может вызвать ожоги на листьях у растений при проведении некорневых подкормок.

Из почвы растения способны усвоить не более 3-10% бора, а значит внесение в грунт специализированных борных удобрений возможно лишь для очень высокорентабельных культур и на почвах с критически малым содержанием этого элемента. Внесение по листу позволяет обойтись гораздо меньшими дозами с лучшим эффектом [5].

Часто признаки дефицита бора становятся заметны, когда вносить его в почву уже бессмысленно. Значит, стоит внести его по листу. Столько, сколько нужно, и в удобное время.

Бор – малоподвижный элемент, и в условиях засух часто наблюдается дефицит его доступных форм, даже при наличии этого элемента в почве. Причем засухи, как назло, случаются именно в чувствительные по бору фенологические фазы развития растений. Внесите активный бор по листу и снимите проблему.

Модные нулевые технологии, органическое земледелие и технологии поверхностного возделывания предполагают наличие в верхнем слое почвы значительного количества микроорганизмов, которые, несмотря на свою бесспорную полезность, конкурируют с растениями в борьбе за легкодоступный почвенный бор. А, бор, внесенный по листу, им не достанется.

При дефиците бора наблюдается отмирание точек роста, слабое развитие корней, свёкла заболевает гнилью сердечка, картофель – паршой, лён – бактериозом. При недостатке бора у всех сельскохозяйственных растений значительно снижается образование семян и урожай. Доза бора при основном его внесении составляет 0,5-1 кг/га, при опрыскивании 60-100 г/га и для опыливания (опрыскивания) семян – 20-30 г на гектар. Наиболее распространёнными борными удобрениями являются борная кислота, двойной суперфосфат (0,4% бора), аммофос (0,4–0,6% бора) и др.

Бор можно добавлять к любым используемым удобрениям. Минеральные удобрения с бором вносятся в рядки при посеве или перед севом. При основном применении бор вносят в почву под зерновые и зернобобовые культуры в дозе 0,5-0,7 кг/га, под сахарную, кормовую, столовую свёклу, картофель и лён-долгунец 1,2-1,5 кг/га. При рядковом внесении борсодержащих фосфорных

удобрений доза бора составляет примерно 80-100 г/га (исходя из дозы фосфора при посеве). Высокое содержание бора в почве (более 20 мг/кг) является токсичным как для растений, так и для животных.

### *Библиографический список*

1. Анисимов, С. А. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов / С. А. Анисимов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества: Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 231-234.

2. Виноградов, Д. В. Влияние норм высева и уровня минерального питания на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // АгроЭкоИнфо. – 2014. – № 1(14). – С. 1.

3. Влияние гуминовых кислот на повышение плодородия почвы / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич, К. Д. Сазонкин, А. В. Ручкина // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 260-264.

4. Вопросы озеленения городских ландшафтов / А. А. Кунцевич [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-44.

5. Кунцевич, А. А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 91-94.

6. Новикова, Е. Е. Агробиологические основы применения удобрений / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 265-270.

7. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 291-296.

8. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

9. Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII

Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 313-317.

10. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.

11. Сафронова, Д. Р. Виды удобрений / Д. Р. Сафронова, С. А. Камаев, А. А. Кунцевич // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец, 24 октября 2023 года. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 87-90.

12. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 403-408.

13. Использование протравителей в посевах рапса в условиях Рязанской области / А. С. Ступин, Д. В. Виноградов, Е. И. Лупова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 66-69.

14. Агроэкологическая эффективность биопрепарата экстрасол при выращивании ячменя / Я. В. Костин, Р. Н. Ушаков, М. М. Крючков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3(35). – С. 34-38.

15. Агрехимические приемы повышения продуктивности севооборота / Г. Н. Фадькин, А. В. Шемякин, Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы V Международной научно-практической конференции, Рязань, 31 марта – 01 2021 года. – Рязань: Индивидуальный предприниматель Коняхин Александр Викторович, 2021. – С. 423-427.

16. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : МАТЕРИАЛЫ Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 59-61.

17. Влияние десикации на урожайность и качество семян озимой мягкой пшеницы сорт Виола / О. А. Лапшинова, О. А. Антошина, Н. А. Кузьмин, Г. Н. Фадькин // Инновационное научно-образовательное обеспечение

агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – С. 75-79.

18. Костин, Я. В. Влияние длительного бессменного применения разных форм азотных удобрений на содержание азота в серой лесной почве и продуктивность сельскохозяйственных культур в Южной части Нечерноземья / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Е.А. Жорикова : Материалы научно-практической конференции, Рязань, 04 апреля 2011 года. – Рязань, 2011. – С. 121-124.

19. Эколого-экономическая оценка многолетнего применения разных форм минеральных удобрений / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин, В. И. Гусев [и др.] // Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА : 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2005. – С. 34-41.

20. Костин, Я. В. Влияние длительного применения различных форм азотных удобрений на урожай и качество культур в севообороте в условиях Рязанской области / Я. В. Костин, Г. Н. Фадькин // Научное наследие профессора П.А.Костычева в теории и практике современной аграрной науки : Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА: по материалам Всероссийской научно-практической конференции, 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается, Рязань, 01 января – 31 2005 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2005. – С. 30-31.

21. Влияние сидератов на восстановление плодородия почвы в агроландшафтах / А. А. Кутыраев, Г. Н. Фадькин, В. В. Чурилова, С. Д. Полищук // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 128-132.

22. Действие наночастиц на снижение инфекционной нагрузки фитопатогенов и сохранение ризосферных микроорганизмов / С. Д. Полищук, В. В. Чурилова, Г. Н. Фадькин [и др.] // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы : материалы IV национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 22 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 74-79.

## **СЕКЦИЯ: ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

---

**УДК 629.1-631.37**

*Лукьянов В.В., студент 2 курса,  
Старунский А.В., старший преподаватель  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ АСПЕКТОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ НАДЁЖНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

В отличие от надёжности, достигаемой в ходе проектирования и производства опытного образца, эксплуатационная надёжность представляет собой критически важный аспект для практического использования техники. Она определяется статистически на основе анализа данных, полученных в результате массовой эксплуатации автомобилей и сельскохозяйственной техники в реальных условиях [1].

Эксплуатация транспортных и сельскохозяйственных машин в различных условиях подразумевает учёт множества аспектов, таких как состояние дорог, климатические особенности, режим работы техники, методы погрузки и разгрузки, а также других внешних факторов [2].

В зависимости от условий эксплуатации изменяются скоростные и нагрузочные режимы работы деталей, механизмов и агрегатов транспортной и сельскохозяйственной техники, а также срок их безотказной работы. Так, при движении автомобиля в городе увеличивается число случаев использования сцепления, тормозов, передач, что может повлечь за собой поток их отказов [3]. С уменьшением длины маршрута автомобиля также увеличивается интенсивность использования сцепления, коробки передач и тормозов. При движении автомобиля по плохим дорогам резко увеличиваются силы, действующие в рулевом приводе и деталях переднего моста.

При использовании транспортных средств в сложных дорожных условиях на детали автомобиля оказывается повышенное воздействие, что приводит к ускоренному износу, усталости металла, ослаблению креплений и регулировок. В некоторых случаях это может привести к отказам деталей силовой передачи и ходовой части [4].

Изменение дорожных условий не только приводит к модификации режимов работы механизмов и агрегатов автомобиля, но и существенно влияет на характер воздействия нагрузок, таких как амплитуда и частота. В результате вибрации рамы, вызванной неровностями дорожного покрытия, происходит ослабление заклёпочных соединений, нарушается соосность двигателя и коробки передач, а также возникают дополнительные нагрузки на корпусные детали. Вибрация автомобиля ускоряет износ и приводит к отказу крепёжных деталей, карданной передачи и подвески. Особенно отрицательное воздействие вибрация оказывает на срок службы и надёжность радиатора, деталей

электрооборудования, несущих кузовов автомобилей и автобусов, а также на долговечность деталей рессорной подвески.

В процессе эксплуатации, в частности, на грунтовых дорогах, наблюдается увеличение количества абразивной пыли, проникающей в цилиндры двигателя. Значительная доля этой пыли проникает в масло двигателя, что приводит к интенсификации процессов износа поршневых колец, цилиндров, шеек коленчатого вала, вкладышей и других компонентов [5].

Проникновение пыли и грязи в подшипники ступиц колёс, втулки рессор, тормозные барабаны, втулки шкворневых пальцев и прочие сочленения приводит к интенсивному износу этих компонентов и, как следствие, к возникновению потока отказов [6].

В этой связи в действующем регламенте, определяющем порядок технического обслуживания и текущего ремонта транспортных средств, принимается во внимание влияние дорожных условий на надёжность автомобиля и необходимость его надлежащего обслуживания.

В условиях, когда дорожное полотно находится в неудовлетворительном состоянии, временной промежуток между проведением первого и второго технического обслуживания сокращается в 1,5...1,6 раза по сравнению с регламентированными нормами.

На работоспособность транспортных средств значительное воздействие оказывают климатические и сезонные факторы [7]. В условиях понижения температуры окружающей среды и ухудшения состояния дорожного покрытия вследствие снегопадов или осадков в виде грязи могут возникнуть дополнительные издержки, связанные с ремонтом или даже с выходом из строя отдельных элементов автомобиля.

Эксплуатация транспортного средства на участках с повышенной влажностью, а также в климатических зонах с избыточной влажностью может стать причиной возникновения коррозии на различных компонентах подвески, раме, кузове, крыльях и кабине. Коррозионные процессы, вызванные вибрацией, носят циклический характер, что приводит к ускоренному износу и сокращению срока службы деталей [8].

Использование некачественных горюче-смазочных материалов, особенно в условиях низких температур, может привести к коррозии цилиндров, поршневых колец, шеек коленчатого вала и других компонентов двигателя [9].

Долговечность и эффективность функционирования транспортного средства также находятся в зависимости от категории грузов, способов их погрузки и разгрузки, а также от условий хранения подвижного состава и срока службы автопарка.

Таким образом, не существует универсальных решений, которые могли бы гарантировать безупречную работу автомобиля в любых условиях.

Даже самый совершенный автомобиль со временем начинает изнашиваться и выходить из строя. Поэтому для повышения надёжности автомобиля необходимо учитывать специфику его использования.

Специалисты автотранспортных предприятий должны разрабатывать методы технической эксплуатации автомобилей, которые будут соответствовать конкретным условиям и особенностям конструкции каждого автомобиля [10].

В зависимости от стиля управления техникой, режимы работы различных механизмов и узлов могут изменяться, что, в свою очередь, оказывает влияние на нагрузку, испытываемую деталями трансмиссии и ходовой части. Интенсивность износа деталей и их долговечность напрямую зависят от характера и степени этой нагрузки.

При торможении двигателем или ручным тормозом, а также при движении автомобиля рывками, в трансмиссии возникают динамические нагрузки. Это может привести к ускоренному износу крестовин карданных валов и их подшипников, болтов, крепящих фланцы карданных валов, а также к поломке шестерён главной передачи, фланцев полуосей и других компонентов трансмиссии.

Преждевременный износ или выход из строя деталей автомобиля может быть обусловлен некорректным выбором режима движения. Резкий старт транспортного средства приводит к интенсивному износу дисков сцепления, карданного вала и компонентов главной передачи.

Профессионализм водителя играет ключевую роль не только в обеспечении бесперебойной работы всех механизмов и узлов автомобиля, но и в его способности оперативно выявлять и устранять возможные неисправности, возникающие в процессе эксплуатации.

Техническое обслуживание, представляющее собой комплекс плановых и профилактических мероприятий, нацелено на создание условий, при которых могут быть полностью реализованы эксплуатационно-технические характеристики автомобиля, заложенные в его конструкцию. Кроме того, техническое обслуживание способствует продлению срока службы автомобиля и повышению его эксплуатационной надёжности при минимальных временных и ресурсных затратах.

В случае несвоевременного или ненадлежащего технического обслуживания автомобилей возникает риск снижения их надёжности в процессе эксплуатации. Это, в свою очередь, приводит к увеличению количества текущих ремонтов и времени, затрачиваемого на ремонт автомобилей.

Основная цель специалистов по техническому обслуживанию и ремонту на предприятиях – определить оптимальные режимы технического обслуживания для конкретных условий работы и внедрить их в производственный процесс.

Внедрение диагностических методик в работу автопарков позволяет существенно продлить срок службы транспортных средств, обеспечить их бесперебойную работу, а также оптимизировать трудозатраты на обслуживание и ремонт. Кроме того, это способствует снижению потребности в запасных частях.

В связи с этим, наряду с определением оптимальной частоты проведения технического обслуживания, необходимо уделить особое внимание использованию инструментов и оборудования, которые позволят выполнить работы на высоком уровне и в соответствии с техническими требованиями.

На протяжении всего срока службы транспортное средство подвергается разнообразным ремонтным воздействиям, и результаты наблюдений на производстве позволяют сделать вывод, что эксплуатационная надёжность автомобилей, прошедших капитальный ремонт, оказывается в два-три раза ниже, чем у автомобилей, находящихся в эксплуатации до первого капитального ремонта.

### *Библиографический список*

1. Повышение надёжности технических систем в сельском хозяйстве на основе оценки качества технического обслуживания, ремонта и диагностирования / Г. К. Рембалович, В. В. Акимов, А. В. Старунский, А. О. Большаков // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 261-265.

2. Терентьев, О. В. Повышение эксплуатационной надёжности машин / О. В. Терентьев, А. В. Старунский // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России: сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: КГСХА имени И.И. Иванова, 2022. – С. 221-224.

3. Старунский, А. В. Повышение эксплуатационных показателей надёжности агрегатов мобильной энергетической и транспортной техники на основе контроля параметров применяемого масла / А. В. Старунский, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й международной науч.-практ. конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 382-387.

4. Старунский, А. В. Организация эффективного управления автомобильным парком / А. В. Старунский, Г. К. Рембалович // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник VII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 1000-1003.

5. Старунский, А.В. Совершенствование технологии ремонта деталей механизма газораспределения автотракторных ДВС / А.В. Старунский, П.А. Назаров // Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства: Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции (Ижевск, 28-29 апреля 2023 г.) / под ред. Н. М. Филькина. – Ижевск: Издательство УИР ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2023. - С. 574-578.

6. Повышение эффективности технического обслуживания и контроля остаточного ресурса фильтрующих элементов агрегатов автотракторной техники / А. В. Старунский, М. Ю. Костенко, Г. К. Рембалович, И. В. Исаев // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 3-6.

7. Улитин, Д.А. Совершенствование методики оценки качества хранения сельскохозяйственной и транспортной техники / Д.А. Улитин, А.В. Старунский // Инновационные инженерные решения для АПК: Материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках десятилетия науки и технологий, 28 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 155-160.

8. Старунский, А. В. Методика оценки ускоренных испытаний восстановленных объектов на надежность / А. В. Старунский // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 230-236.

9. Денисов, А.И. Оценка факторов снижения работоспособности аккумуляторных батарей автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники / А. И. Денисов, А. В. Старунский // Инженерные решения для АПК: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), 13 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 122-126.

10. Говоров, И.В. Оценка методов повышения долговечности аккумуляторных батарей автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники / И. В. Говоров, А. В. Старунский // Инженерные решения для АПК: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), 13 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 66-70.

11. Towards Blockchain-Based Robonomics: Autonomous Agents Behavior Validation / K. Danilov, R. Rezin, I. Afanasyev, A. Kolotov // 9th International Conference on Intelligent Systems 2018: Theory, Research and Innovation in Applications, IS 2018 - Proceedings : 9, Theory, Research and Innovation in Applications, Funchal - Madeira, 25–27 сентября 2018 года. – Funchal - Madeira, 2018. – P. 222-227.

12. Исследование параметров современных систем внесения жидких удобрений на основании анализа форсунок-распылителей / Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, А. В. Ерохин // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры, Рязань, 27 октября 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет Инженерный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 335-340.

13. Sprinkler speed influence on soil substrate erosion / G. V. Olgarenko [et al.] // EurAsian Journal of BioSciences. – 2019. – Vol. 13, No. 2. – P. 1221-1224.

14. Юмаев, Д. М. Исследование процессов 3D печати форсунок-распылителей для внесения жидких минеральных удобрений / Д. М. Юмаев, А. С. Лазутин, Г. К. Рембалович // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный

агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ Совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 202-207.

15. Инновационные процессы и устройства для "бережной" сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина, Москва, 17–18 сентября 2013 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. Том Часть 1. – Москва: ВНИИМСХ, 2013. – С. 275-277.

16. Фадеев, И. В. Влияние моноэтаноламинтетраборатаммония в составе защитного покрытия на электрохимическое поведение стали 08КП / И. В. Фадеев, А. Н. Ременцов, Ш. В. Садетдинов // Грузовик. – 2016. – № 12. – С. 15-20.

17. Павлов, В. С. Коррозия деталей легковых автомобилей / В. С. Павлов, В. Е. Рязанов, И. В. Фадеев // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Сборник докладов восьмой Российской научно-практической конференции, Оренбург, 29–30 ноября 2007 года / Ответственный редактор Рассоха В.И., ответственный секретарь Калимуллин Р.Ф. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2007. – С. 247-250.

18. Фадеев, И. В. Исследование растворимости и ингибиторного действия систем моно-, тетра-, пентаборат натрия - этилендиамин - вода при 25°C / И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов, В. К. Половняк // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 5. – С. 13-17.

19. Фадеев, И. В. Аммиак - ингибитор коррозии черных металлов / И. В. Фадеев, В. В. Белов, И. Н. Смолина // Известия Международной академии аграрного образования. – 2016. – № 26. – С. 21-24.

20. Безопасность транспортных перевозок / А. И. Ушанев [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 300-306.

21. Проблемы и технические решения использования высокопроизводительной сельскохозяйственной техники / А. С. Колотов, А. И. Ушанев, М. А. Липатова, А. А. Кутыраев // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 83-91.

22. Колотов, А. С. Оптимизация использования сельхозтехники для внутрихозяйственных перевозок / А. С. Колотов, О. В. Филюшин, А. А. Кутыраев // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных

процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 177-182.

23. Малухов, Б. А. Основы технического обслуживания автомобильного транспорта / Б. А. Малухов, А. А. Кутыраев // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 225-229.

**УДК 629.3.083**

*Ушанев А.И., канд. техн. наук,  
Юмаев Д.М., канд. техн. наук,  
Филюшин О.В., канд. техн. наук,  
Шамбазов Е.А., студент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ**

В индустрии автомобильного транспорта методы упорядочения техобслуживания и ремонта транспортных средств охватывают применение разнообразных стратегий. Это включает в себя как работу специализированных, так и мультидисциплинарных команд, помимо прочего, объединяющих агрегатные и модульные, а также ситуационные и точечные подходы к обслуживанию. Из всех этих методов наибольшее распространение получили первые три благодаря их высокой эффективности и применимости.

Специализированные коллективы представляют собой модель организации работы, в рамках которой выполнение операций по техническому обслуживанию и ремонту возлагается на рабочие команды, сосредоточенные на отдельных типах заданий.

Эксперты, занятые в поддержании работоспособности, проведении рутинного техобслуживания 1-го и 2-го уровней, а также в восстановлении компонентов, отбираются по необходимой специализации, распределяют задания среди себя и располагают индивидуальным финансированием на оплату своего труда.

При создании четко структурированной системы разделения проектных задач достигается гармония в функциональном распределении рабочего пространства. Это облегчает логистику перемещения сотрудников, инструментария и технического оборудования в рамках определенной зоны. Такой подход упрощает контроль и управление процессами, а также позволяет более точно отслеживать выполнение технических задач.

Внедрение мультидисциплинарных команд в эксплуатационную деятельность автосервисных центров предполагает, что различные подразделения предприятия, занимающиеся техническим обслуживанием и восстановлением автомобилей, оборудованы специализированными группами экспертов. Эти коллективы специалистов назначаются для проведения базового и продвинутого технического обслуживания, а также текущего ремонта автотранспорта в рамках своей ответственности. В то же время, задачи по осуществлению общего техобслуживания и ремонта сложных узлов и агрегатов централизуются. Композиция таких бригад подбирается из специалистов с разнообразным набором умений и компетенций, что обеспечивает высокую эффективность в решении задач, связанных с механической и технической поддержкой.

Основным преимуществом этой методики является совместная ответственность за исходы работы.

Агрегатно-участковая модель управления процессами на производстве предполагает деление функций по обслуживанию и восстановлению техники на различные производственные единицы, где каждая из них полностью отвечает за исход и качество своей деятельности.

Эти части являются основополагающими для производственной системы, где каждая отвечает за всеобъемлющее техническое обслуживание и восстановление различных элементов – от агрегатов до subsystem, механизмов и устройств, охватывая все транспортные средства компании. В рамках такого устройства производственного процесса обязанности и ответственность каждого сегмента становятся четко выраженными. Разделение обязанностей между отдельными подразделениями зависит от планового объема работ, который коррелирует с числом транспортных средств, принадлежащих предприятию, и уровнем их использования.

Основные операции производственного процесса, привязанные к ключевым секторам, выполняются на станциях технического обслуживания и ремонта (ТОР) автомобилей либо на соответствующих участках конвейерной линии, в то время как задачи вспомогательных производственных единиц осуществляются в выделенных мастерских и частично на площадках и маршрутах техобслуживания.

Метод агрегатно-участковой организации ТО и ТР предполагает тщательную документацию всех сторон производственных операций, вместе с учетом использования деталей и сырья.

К основным недостаткам этой процедуры относится отход от принципа комплексного обслуживания транспортного средства. Распределение задач по поддержанию его функциональности среди разнообразных специализированных подразделений может порой вести к снижению качества выполнения технического обслуживания из-за проблем с выявлением главного лица, отвечающего за техническое состояние авто в целом.

Структурирование и исполнение процессов технического обслуживания зависят от точного определения числа необходимых рабочих точек и

оборудования для выполнения определённых производственных операций с учётом спецификаций каждой из них. Это охватывает деление общего массива работ между рабочими станциями в соответствии с их функциональным назначением и степенью автоматизации операций.

Исходя из количества рабочих мест, задействованных в определенном типе сервиса, принято различать два метода управления процессом: использование универсальных рабочих мест и применение специализированных позиций. Цепочка специализированных позиций, нацеленных на выполнение конкретных операций, создает основу для производственной линии.

Стратегия обслуживания автомобилей на комплексных сервисных станциях заключается в проведении необходимых операций техобслуживания (кроме уборки и автомойки) на одной станции группой техников. Этот подход включает взаимодействие специалистов разнообразных специализаций или же универсальных мастеров. Каждый член команды, без разницы в её составе, вносит вклад, строго соблюдая протоколы и последовательность выполнения работ.

В существующей системе контроля за производственной деятельностью, узлы могут быть разделены на линейные и терминальные. Линейные чаще всего используются для выполнения операций первичного и вторичного уровня технического обслуживания, в то время как терминальные типично задействуются для проведения рутинного технического обслуживания.

К основным минусам использования тупикового расположения сервисных центров относится значительное время, требуемое для размещения и выезда транспортных средств; дополнительно это приводит к ухудшению экологической обстановки из-за роста выбросов в атмосферу в результате увеличения количества маневрирования. Кроме того, есть необходимость в повторной покупке и установке однотипного спецоборудования для каждого центра, что приводит к увеличению инвестиций.

Задействование универсальных специалистов ведёт к увеличению финансовых издержек на заработную плату и лишает возможности извлечь выгоду из специализации и оптимизации рабочих процессов за счёт дифференциации задач между работниками.

В процессе техобслуживания автомобильной техники на специализированных станциях производится детальное разбиение обслуживания на отдельные операции, которые распределяются между различными станциями, специализирующимися на определенном виде работ. Данное распределение задач основано либо на их технической схожести, либо на возможности их эффективного взаимодействия и выполнения в одном месте. Это позволяет максимально специализировать персонал и технические средства на каждой станции, увеличивая, таким образом, общую продуктивность и качество механических и технических работ. Применение моделей обслуживания, будь то конвейерная схема или система стационарных операций,

напрямую способствует повышению эффективности обслуживания и ускорению процесса возврата транспортного средства владельцу.

В поточном производстве, рабочие станции, специализированные для выполнения определенных задач, могут быть расположены линейно, следуя направлению движения продукции, или же поперечно. В большинстве случаев для повышения эффективности производственного процесса эти станции устраиваются последовательно вдоль основного потока материалов. основополагающим условием здесь выступает достижение баланса времени обработки на каждой операции, что необходимо для синхронизации производственных операций.

Такой набор операций известен как линия последовательного обслуживания.

Этот подход к организации рабочего процесса позволяет сократить время на логистику автопарка и перемещение сотрудников, тем самым повышая производительность труда за счет оптимизации использования производственных пространств.

Для транспортировки машин между станциями в данном контексте применяют транспортные системы на основе конвейеров.

В процессе планирования технического обслуживания на конвейерных системах выделяют потоки с непрерывной и циклической работой.

Линия потокового производства – это способ размещения производственного процесса, при котором обработка или техническое обслуживание транспортных средств происходит за счет их непрерывного перемещения по последовательно расположенным станциям обслуживания. Этот метод применяется преимущественно для регулярных задач, включающих в себя процедуры очищения и мытья.

Периодическое поточное производство – это систематизированный подход к организации рабочего процесса, при котором машины и оборудование последовательно переходят от одного производственного узла к другому с определенной регулярностью. Этот способ налаживания рабочего цикла широко применяется в сфере технического обслуживания и ремонтных работ первого и второго уровня, обеспечивая эффективность и своевременность проведения необходимых мероприятий.

Основным недостатком и широко признанным ограничением ленточного метода производства является его неэластичность в части коррекции рабочего объема на конкретных участках без привлечения дополнительных подвижных рабочих сил.

В процедуре операционно-постового сервиса, задания стандартного обслуживания распределяются по различным специализированным станциям, функционирующим параллельно, где каждая отделенная станция задействована в определенных видах работ или операциях.

При использовании тупиковых постов для обслуживания автотранспорта достигается повышенная эффективность. Такой подход позволяет сосредоточить специализированное обслуживающее оборудование и

автоматизировать процессы обслуживания, что способствует улучшению его качества и повышению производительности труда.

Автомобильный ремонт выполняется с помощью двух основных способов: агрегатного или поэлементного.

Использование метода агрегатной замены в автомобильном сервисе демонстрирует повышенную эффективность, сокращая продолжительность нахождения авто в мастерской благодаря быстрой подмене поврежденных узлов на исправные. Этот подход контрастирует с классическими методами ремонта, предполагающими тщательное выявление и устранение каждой неисправности индивидуально, не требуя демонтажа агрегатов. Внедрение агрегатной замены значительно уменьшает время простоя транспортного средства, прямо воздействуя на увеличение оперативности использования автопарка, что способствует росту производительности и уменьшению расходов на осуществление транспортных операций. Вот почему в области обслуживания и ремонта автотехники предпочтение зачастую отдают агрегатному методу.

### *Библиографический список*

1. Диагностирование дизельных двигателей автотракторной техники / А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 130 с.

2. Диагностика современного автомобиля / Ю. Н. Храпов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025.

3. Определение удельного электрического сопротивления сдвига фрикционной накладки тормозной колодки относительно металлической пластины (корпуса) / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3(59). – С. 395-405.

4. Кокорев, Г. Д. Диагностирование дизелей методом цилиндрического баланса / Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 8. – С. 45-46.

5. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта посредством совершенствования технического диагностирования / С. В. Колупаев, Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XIX Международной научно-практической конференции, Владимир, 23–24 ноября 2017 года. – Владимир: АРКАИМ, 2017. – С. 102-105.

6. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей / Н. В. Бышов [и др.] // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.

7. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники / А. М. Мошнин, А. И. Ушанев, О. В. Филлюшин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве :

Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 140-147.

8. Важность регулярного технического обслуживания сельхозтехники / А. И. Ушанев [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 82-88.

9. Основные причины выхода из строя деталей сельскохозяйственной техники / О. В. Филюшин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 75-82.

10. Оценка методов диагностирования керамических тормозных дисков / Д. А. Воробьев [и др.] // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2020 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 223-228.

11. Анализ методов и средств диагностирования тормозных систем автомобиля / И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 116. – С. 1051-1072.

12. Обработка смазочного масла ультразвуком при проведении триботехнических испытаний / А. А. Симдянкин, И. А. Успенский, В. М. Пащенко, А. В. Старунский // Трение и износ. – 2017. – Т. 38, № 4. – С. 358-363.

13. Кокорев, Г. Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. Н. Николотов // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3(26). – С. 10-14.

14. Эксплуатация мобильной техники в условиях низких температур : (на примере автомобильного транспорта) / Н. В. Бышов [и др.] ; Министерство сельского хозяйства российской федерации федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2011. – 152 с.

15. Патент на полезную модель № 25723 U1 Российская Федерация, МПК В62D 37/04. Устройство для стабилизации движения транспортного средства : № 2002106053/20 : заявл. 15.03.2002 : опубл. 20.10.2002 / В. Н. Чекмарев, С. Н. Борячев, Е. В. Лунин [и др.] ; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А.Костычева.

*Полищук С.Д., д-р техн. наук,  
Юмаев Д.М., канд. техн. наук,  
Сидоров А.А., студент 4 курса,  
Гаврилин М.А., студент 4 курса  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **О ГЛАВНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЗАМЕНЫ ДЕТАЛЕЙ НА АВТОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКЕ**

Техническое обслуживание автодорожной техники с учётом специфики её устройства является неотъемлемой частью общего комплекса мер, направленных на повышение эксплуатационного ресурса. Чем выше срок службы рабочей техники, тем больший план она способна выполнить.

В результате технического осмотра достаточно часто выявляют неисправности, требующие замены одной или нескольких деталей (рисунок 1). Замена элементов автодорожной техники является достаточно серьёзной процедурой, требующей грамотного подхода со стороны мастера. Разработана целая методика выполнения замены тех или иных элементов на автодорожной технике. Важность её соблюдения обусловлена необходимостью в качественном и систематическом выполнении ремонтных работ с высоким уровнем продуктивности.



Рисунок 1 – Деталь, нуждающаяся в техническом обслуживании

Выполнение технического осмотра с применением качественного оборудования значительно повышает эффективность и позволяет заметить даже самые незначительные изменения. Если обнаруживается какая-то неисправность, то её классифицируют в зависимости от вида детали и сложности возникшей проблемы. Замену исходной детали на новую производят в том случае, когда происходит капитальная поломка. Капитальная поломка детали подразумевает полное утрачивание её функции и невозможность восстановления. Это считается максимально негативным событием, исправление которого требует повышенных материальных и временных затрат.

Достаточно часто капитальная поломка какой-либо детали происходит из-за превышения её потенциального рабочего ресурса, указываемого заводом-изготовителем, или нарушений условий эксплуатации. В первом случае для предотвращения капитальной поломки необходимо производить замену детали согласно установленным срокам. Во втором – следить за соблюдением необходимых требований и не пренебрегать техническими осмотрами.

Если есть возможность починить неисправную деталь, то ею пользуются, потому что это гораздо дешевле, чем полная замена на новую. Иногда для ремонта неисправной детали достаточно совсем небольших усилий. Заменять в таком случае её на новую является нерациональным. Если поломка капитальная (рисунок 2), то замены не избежать.



Рисунок 2 – Смятие зубьев у шестерен

Для того чтобы выполнить замену сломавшейся детали, сначала отправляют запрос на склад, чтобы убедиться в наличии новой. Без положительного ответа не следует приступать к работам. В противном случае придётся всё возвращать в исходное положение, потому что срок поставки детали из магазина может составлять несколько дней, недель и даже месяцев, а занимать неисправной машиной место в мастерской всё это время нельзя. Если детали нет, и её необходимо заказывать, то технику устанавливают на специальное доремонтное хранение.



Рисунок 3 – Демонтаж агрегата автодорожной машины

Убедившись в наличии новой детали, проводят демонтаж (рисунок 3). Иногда для его выполнения требуется снять не только вышедшую из строя деталь, но и детали, связанные с ней. Замена некоторых элементов автодорожных машин требует внушительного объёма разборочных работ, поэтому требуется достаточное количество места, на котором можно расположить снятые детали. Для ускорения демонтажных работ используют специальные автоматизированные инструменты, повышающие коэффициент полезного действия рабочего в несколько раз.

После демонтажа сломанную деталь отправляют на утилизацию, а новую привозят со склада и устанавливают на агрегат. При установке важно соблюдать порядок выполнения действий и крепить все элементы согласно их месту.

Достаточно часто при выполнении замены одной детали появляется необходимость в частичном ремонте или подгонке соседней. Время, которое может быть затрачено на выполнение данных работ, должно закладываться про запас.

Если автодорожная техника ломается в полевых условиях, то существуют два варианта действий. Либо на место поломки вызывают бригаду мастеров, которые диагностируют проблему и, при возможности, устраняют её на месте, либо буксируют или эвакуируют неисправную машину до места ремонта. Недостатком проведения полевого обслуживания является ограниченный выбор инструментов, зависимость от погодных условий и отсутствие уверенности в том, что проблему удастся решить на месте. Второй вариант является наиболее затратным, так как может потребовать услуг эвакуатора, но позволяет использовать все возможности сервиса.



Рисунок 4 – Оборудование, применяемое для диагностики и технического обслуживания

Для эффективной и качественной замены детали на автодорожной технике рекомендуется выполнять следующие требования:

- тщательно анализировать проблему;
- планировать время;
- использовать современное оборудование;
- соблюдать регламентированную последовательность действий при проведении демонтажа и установки детали;
- устанавливать только оригинальные детали;
- соблюдать технику безопасности и нормы эксплуатации.

Замена деталей на автодорожной технике имеет множество особенностей. Работа с элементами специального назначения требует дополнительной подготовки. Соблюдение методики замены детали и необходимых требований позволяет существенно снизить вероятность брака и риска возникновения проблем во время проведения ремонтных работ.

### ***Библиографический список***

1. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

2. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

3. Хранение сельскохозяйственной техники с соблюдением эксплуатационных требований / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, С. В. Колупаев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 61-69.

4. Ерохин, А. В. О периодичности технического обслуживания тракторов / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 202-207.

5. Ерохин, А. В. Главные аспекты технического обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Ерохин, А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин //

Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой науч.-практ. конф., приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 196-201.

6. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 16-21.

7. Поляков М.В. Повышение производительности труда за счет материального стимулирования труда / М.В. Поляков, М.Ю. Пикушина, В.В. Чурилова // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск. - 2022. - С. 158-162.

8. Обоснование режимов применения технологической оснастки для обработки деталей методом пластической деформации / Д.Г. Чурилов, И.С. Арапов, А.В. Старунский, С.Д. Полищук // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2021. - Т. 13. - № 2. - С. 136-141.

9. Промышленное использование хромирования при ремонте деталей сельскохозяйственной техники / Д.Г. Чурилов, И.С. Арапов, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 4 (44). - С. 120-125.

10. Полищук С.Д. Защита латунных деталей с.-х. техники от воздействия коррозионной среды / С.Д. Полищук, М.Н. Горохова // Тракторы и сельхозмашины. - 2013. - № 4. - С. 50-53.

11. Инновационные процессы и устройства для "бережной" сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина, Москва, 17–18 сентября 2013 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. Том Часть 1. – Москва: ВНИИМСХ, 2013. – С. 275-277.

12. Фадеев, И. В. Аммиак - ингибитор коррозии черных металлов / И. В. Фадеев, В. В. Белов, И. Н. Смолина // Известия Международной академии аграрного образования. – 2016. – № 26. – С. 21-24.

13. Аникин, Н. В. Перспектива применения газобаллонной автотракторной техники в агропромышленном комплексе Российской Федерации / Н. В. Аникин, Н. В. Дмитриев, К. А. Дорофеева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-

практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 38-42.

14. Юмаев, Д. М. Исследование процессов 3D печати форсунок-распылителей для внесения жидких минеральных удобрений / Д. М. Юмаев, А. С. Лазутин, Г. К. Рембалович // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ Совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 202-207.

15. Towards Blockchain-Based Robonomics: Autonomous Agents Behavior Validation / K. Danilov, R. Rezin, I. Afanasyev, A. Kolotov // 9th International Conference on Intelligent Systems 2018: Theory, Research and Innovation in Applications, IS 2018 - Proceedings : 9, Theory, Research and Innovation in Applications, Funchal - Madeira, 25–27 сентября 2018 года. – Funchal - Madeira, 2018. – P. 222-227.

16. Staffing of agricultural organizations of Ryazan region in conditions of economy digitalization / I. G. Shashkova [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00087.

17. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления / Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 169-192.

18. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники / Н. В. Бышов, С. Д. Полищук, И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 2(54). – С. 265-275.

19. Диагностика современного автомобиля / Ю. Н. Храпов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025.

20. Создание износостойких покрытий методами поверхностного пластического деформирования / М. Н. Горохова, С. Д. Полищук, Ю. Н. Абрамов, Д. Н. Бышов. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 225 с.

21. Распределение удельных нормальных давлений в радиально-окружной плоскости ролика при поверхностном пластическом деформировании / М. Н. Горохова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 81. – С. 245-259.

22. Чурилов, Д. Г. Гальванические покрытия и их пределы выносливости / Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук, И. С. Арапов // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : Сборник научных

статей 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 12 февраля 2021 года. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 288-294.

23. Арапов, И. С. Расчет стенда для разборки и сборки муфт сцепления / И. С. Арапов, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества : Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 05 июня 2020 года / Отв. редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: ЮЗГУ, 2020. – С. 194-198.

**УДК 631.372**

*Успенский И.А., д-р техн. наук, профессор,  
Юмаев Д.М., канд. техн. наук, ст. преподаватель,  
Прибылов Д.О., преподаватель-исследователь  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИАГНОСТИКИ**

Одним из ключевых моментов, на который обращают внимание ученые, является регулярное техническое обслуживание тормозных систем. Это позволяет выявлять возможные дефекты и повреждения деталей заранее, что помогает предотвращать аварийные ситуации на дороге. Кроме того, разработка новых технологий и материалов для тормозных систем также играет важную роль в повышении безопасности дорожного движения.

Важно отметить, что каждый из ученых внес свой вклад в изучение надежности тормозных систем, представив уникальный подход к проблеме. Например, Г.И. Клинковштейн исследовал влияние различных типов тормозных колодок на надежность системы, в то время как Е.С. Кузнецов разработал методы диагностики и контроля состояния тормозов в реальном времени. Все эти научные труды не только способствуют повышению технического уровня автомобилей, но и сохраняют жизни и здоровье людей на дорогах. Работа ученых в области безопасности тормозных систем является неоценимой, и их исследования остаются актуальными и востребованными в современном мире.

В процессе ремонта и обслуживания необходимо провести анализ причин возникновения отказов, чтобы разработать эффективные меры по улучшению надежности тормозной системы. Возможно, внедрение новых технологий или процессов в производственном цикле поможет снизить количество отказов и уменьшить затраты на их устранение. Кроме того, обучение персонала и контроль качества работы могут также способствовать повышению надежности тормозной системы и снижению общих затрат на обслуживание.

При этом отказы тормозной системы являются причиной 16% случаев досрочного возврата на сервис. Трудоемкость восстановительных работ по

системе тормозов составляет целых 20% от общего объема работ по ремонту автомобиля.

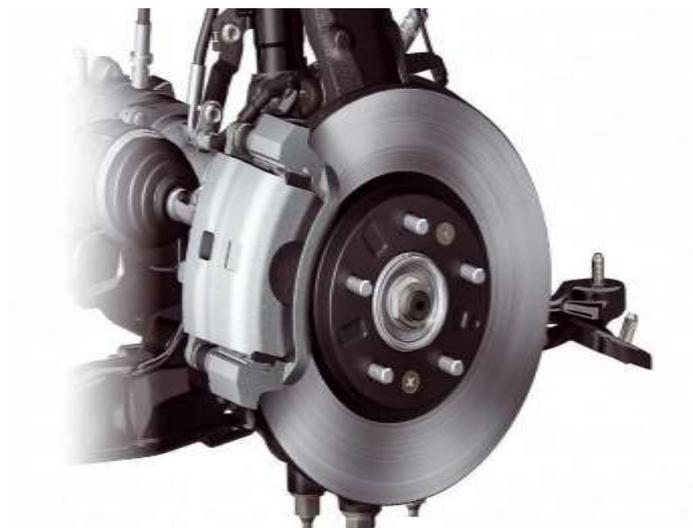


Рисунок 1 – Дисковая тормозная система автомобиля

Согласно проведенному анализу, обнаружено, что имеется 18 уникальных компонентов, ограничивающих работоспособность тормозной системы, и 35 их экземпляров в общей сложности. Это соответствует 5,7% от общего числа компонентов в системе. Более того, именно эти элементы занимают 73% от общей стоимости всех компонентов данной системы.

По данным Е.С. Кузнецова, отказы в тормозных системах автомобилей распределяются следующим образом (табл. 1).

В настоящее время надежность тормозной системы становится все более важным аспектом обслуживания автомобилей. Для обеспечения безотказной работы системы необходимо использовать профилактические методы и проводить регулярные проверки.

Таблица 1 – Отказы тормозных систем автомобиля

Наименование	Количество отказов, % Автомобилей МАЗ
Тормозные механизмы (барабаны, накладки, регулировочные рычаги и т.п.)	27,1 – 33,6
Пневматический тормозной привод, а именно:	48,2 – 51,5
Воздухопроводы	22,7 – 32,5
Тормозной кран	2,1 – 17,5
Тормозные камеры	7,5 – 12,2
Регулятор давления	1,3 – 3,4
Компрессор	11,0 – 19,6
Натяжное устройство привода компрессора	1,0 – 4,1
Воздушные баллоны	1,0 – 5,2

Одним из ключевых критериев при оценке надежности является вероятность отсутствия сбоев при минимальных расходах на обслуживание. Исследования показывают, что основная проблема связана с износом

тормозных колодок, являющихся наиболее уязвимыми элементами системы. С другой стороны, неметаллические компоненты имеют более низкую вероятность отказа.

Эффективное управление надежностью включает в себя качественное проведение ремонтных и профилактических работ, что позволяет предотвратить возникновение серьезных проблем в процессе эксплуатации. Внимание к данным аспектам позволит сохранить надежность и безопасность тормозной системы на высоком уровне.

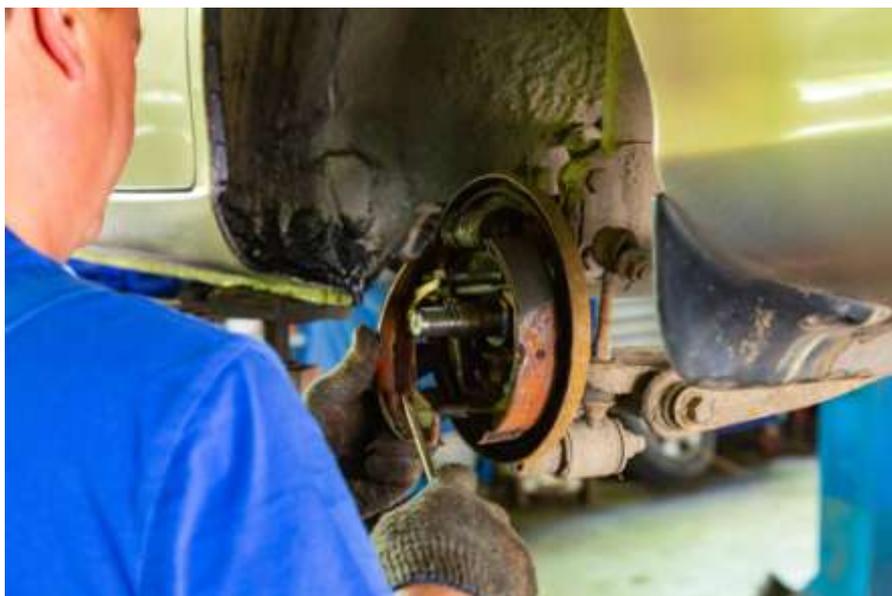


Рисунок 2 – Обслуживание барабанного тормоза на легковом автомобиле

Согласно многим исследованиям, улучшение конструкции тормозных систем и увеличение их сложности не устраняют необходимость в проведении диагностики. Это объясняется тем, что даже самые совершенные автоматические устройства могут быть подвержены сбоям в регулировке и даже идеально работающие детали не могут исключить неконтролируемых факторов, таких как неравномерный износ тормозных колодок на разных колесах, различия в коэффициентах трения, загрязнение или смазка контактных поверхностей. Все эти обстоятельства влияют на безопасность движения, снижают эффективность торможения и могут вызвать потерю управляемости автомобиля.

По мнению экспертов в области автомобильной безопасности, идеальное функционирование тормозных систем зависит от регулярной диагностики с применением специализированного оборудования. Ведь даже самые передовые технологии не смогут гарантировать безопасность на дороге, если не обеспечить им правильное обслуживание.

### *Библиографический список*

1. Оценка методов диагностирования керамических тормозных дисков/ Д.А. Воробьев и др. // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 223-228.
2. Теоретический анализ состояния вопроса коммутационных перенапряжений в сельскохозяйственном асинхронном электроприводе/ О.О. Максименко и др. // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2019. - С. 179-182.
3. Инструменты предиктивной аналитики в минимизации отказов горнотранспортного оборудования / В.С. Великанов и др. // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. - 2021. - №4. - С. 5-15.
4. Егинбай, А.Е. Совершенствование конструктивных элементов главного тормозного цилиндра грузовых автомобилей газель / А.Е. Егинбай, Д.С. Шонтаев // Вестник науки. - 2021. - №5 (38). - С. 129-137.
5. Малукало, А.А. Критерии интегральной оценки эффективности работы АБС / А.А. Малукало, В.А. Оберемок // Вопросы эксплуатации и технического сервиса энергетических установок, транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов: материалы 81-й Всерос. науч.-практ. конф. студ. и молод. исслед. (г. Зерноград, АЧИИ ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 17-25 марта 2022 г.). - Зерноград, 2022. - С. 26-27.
6. Аникин, Н. В. Перспектива применения газобаллонной автотракторной техники в агропромышленном комплексе Российской Федерации / Н. В. Аникин, Н. В. Дмитриев, К. А. Дорофеева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 38-42.
7. Фадеев, И. В. Аммиак - ингибитор коррозии черных металлов / И. В. Фадеев, В. В. Белов, И. Н. Смолина // Известия Международной академии аграрного образования. – 2016. – № 26. – С. 21-24.
8. Staffing of agricultural organizations of Ryazan region in conditions of economy digitalization / I. G. Shashkova [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00087.
9. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления / Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 169-192.

10. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники / Н. В. Бышов, С. Д. Полищук, И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 2(54). – С. 265-275.
11. Диагностика современного автомобиля / Ю. Н. Храпов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025.
12. Создание износостойких покрытий методами поверхностного пластического деформирования / М. Н. Горохова, С. Д. Полищук, Ю. Н. Абрамов, Д. Н. Бышов. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2012. – 225 с.
13. Распределение удельных нормальных давлений в радиально-окружной плоскости ролика при поверхностном пластическом деформировании / М. Н. Горохова, С. Д. Полищук, Ю. Н. Абрамов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 81. – С. 245-259.
14. Чурилов, Д. Г. Гальванические покрытия и их пределы выносливости / Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук, И. С. Арапов // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : Сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 12 февраля 2021 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 288-294.
15. Арапов, И. С. Расчет станда для разборки и сборки муфт сцепления / И. С. Арапов, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества : Сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 05 июня 2020 года / Отв. редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 194-198.

## СЕКЦИЯ: СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

---

УДК 631.5

*Захарова О.А. , д-р с.-х. наук, профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В РЯЗАНСКОЙ МЕЩЕРЕ

Начатые осушительные работы генералом Жилинским в Рязанской Мещере были продолжены в середине XX века. В 1952 году институтом Росгипрпроводхоз была составлена схема мелиоративных мероприятий и сельскохозяйственного использования болотных комплексов. С 1962 года начались мелиоративные работы по осушению болот [3].

Сложившаяся ситуация на осушительной системе п. Полково после 1990 г. неблагоприятная, что постоянно отражается в открытой печати. Природные условия, как например, близкое залегание уровня грунтовых вод, весеннее половодье, состав грунтов, затрудняющих проникновение дождевых и талых вод в нижние горизонты и др., а также антропогенные – переувлажнение почвы, нарушение структуры лесов и др. [4]. Прежде всего заболачиванию подверглись земли Клепиковского, большая часть Касимовского, Рязанского, Спасского и заокская часть Рыбновского районов.

Академик Б.С. Маслов в 1990-х годах писал о невозможности использования почв Рязанской Мещеры в сельскохозяйственном производстве без мелиорации. На территории Рязанской области более 92 тыс. га занято болотами, причем почти на 85 тыс.га в советское время охватывали осушительные системы.

Проведенный нами мониторинг осушительной системы в п. Полково, а также по всей Рязанской Мещере - сотрудниками ВНИИГиМ и Управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Рязанской области дал неблагоприятный прогноз осушаемых земель и эксплуатации осушительных систем. Так, площади осушенных земель сократились, мелиоративные объекты деградировали, осушительные сети изношены от 60 до 100%. Несмотря на объективную информацию и неутешительные итоги обследования земель и систем, никаких мер не принимается. Деградация и почв, и осушительной системы нарастает, установлены признаки вторичного заболачивания территории [5].

Неоднократно нами поднималась проблема восстановления осушительных систем, требующих расчистки открытых каналов от наносов и ила, ремонта откосов, удаления древесно-кустарниковой растительности на протяжении всего магистрального канала и др. (рисунок 1).



Общий вид луга вблизи магистрального осушительного канала



Нагорно-ловчий канал



Демонтаж шлюза-регулятора



Общий вид магистрального осушительного канала

Рисунок 1 – Характеристика осушительной системы

Так, к примеру, П.Н. Ванюшин, А.В. Нефедов, А.В. Кузин, Н.А. Иванникова в 2017 году в статье «Состояние и основные направления развития мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в Рязанской области» наметили мероприятия, которые необходимо в первую очередь провести на осушенных территориях и системах [2], однако ничего не изменилось ни в 2018, ни в 2019 г., ни в дальнейшем...

Нами заострялся вопрос о деградации осушительной системы в п. Полково, но ни одна организация не откликнулась на участие по восстановлению или реорганизации осушительных объектов: не проведена расчистка открытых каналов от наносов и ила, зарастания древесно-кустарниковой растительностью, построенных бобрами запруд и пр.; не восстановлен шлюз-регулятор на осушительном магистральном канале и другие гидротехнические сооружения и пр.

Если с открытыми каналами теоретически нет проблем, то с закрытым гончарным дренажом дело обстоит сложнее: требуется его расшифровка, возможно с использованием аэрофотосъемки, так как паспорт мелиоративной системы отсутствует, а собственник не установлен.

За весь срок эксплуатации осушительной системы гончарные дрены заилились, разрушились, соединения дренажных труб размылись. Это привело к снижению эффективности дренажа, что видно по мокрой почве в сухие периоды летом, когда из почвенного образца сочится вода.

В нашей стране срок службы гончарного дренажа принят равным 75 лет, то есть предел пройден, но регулярный уход и своевременный ремонт, глубокое рыхление и очистка дрен не проводились несколько десятилетий. Уходные мероприятия были проведены единожды за весь срок эксплуатации осушительной системы (рисунок 2): на некоторых участках проведена очистка магистрального канала и замена гончарного дренажа пластмассовым.



Рисунок 2 – Уходные мероприятия на осушительной системе

Конечно, по многим причинам, таким, как, например, отсутствие собственника мелиоративных систем, малая государственная поддержка, снижение культуры земледелия и пр., восстановление старых и строительство новых осушительных объектов практически невозможно. Для этого требуются специалисты различного уровня в области мелиорации, немалые трудовые усилия, техника и средства.



Рисунок 3 – Каналоочиститель

Но главное, что требуется, это желание. При наличии каналоочистителя можно очистить магистральный канал от наносов, ила. Учитывая большой их

объем и неравномерное распределение по длине канала, по мнению Х.А. Абдулмажидова [1], целесообразно точечное проведение очистки и ремонта с использованием одноковшовых каналоочистительных машин, а более рационально – с движущимся продольно по оси канала ковшом на жестких направляющих, что обеспечивает не только очистку, но и требуемый уклон дна канала (рисунок 3). Надо учитывать данные «Системы машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства», технико-эксплуатационные, технико-экономические и энергетические показатели машин.

Вообще решать проблему восстановления осушительных систем в Рязанской Мещере следует совместно специалистам соответствующих ведомств, только так будут преодолены препятствия и достигнута цель.

### *Библиографический список*

1. Абдулмажидов, Х. А. Восстановление осушительных каналов мелиоративных систем каналоочистителем с продольным по оси канала движением ковша на жестких направляющих / Х.А. Абдулмажидов // Известия НВ АУК. - 2023. - № 1(69). – С. 491-499.

2. Состояние и основные направления развития мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в Рязанской области/ П. Н. Ванюшин, А. В. Нефедов, А. В. Кузин, Н. А. Иванникова // Вестник РГАТУ. - 2017. - №4(36). – С. 11-17.

3. Захарова, О.А. Экспедиция генерала И.И. Жилинского в Рязанскую Мещеру / О.А. Захарова // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: материалы VIII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. - Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2024. - С. 203-206.

4. Захарова, О.А. Исследование и анализ факторов, влияющих на работу мелиоративной системы / О.А. Захарова, К.Н. Евсенкин // Научное наследие академика Л.В. Канторовича и его воплощение в современной экономике и технике: материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: ВИ (ИТ) ВА МТО, 2024 – С. 122-126.

5. Опыт компьютерного моделирования процессов при проведении осушительной мелиорации / О.А. Захарова, Ф.А. Мусаев, С.В. Григорьева, Н.А. Горяйнов // Azərbaycan elm və təhsil nazirliyi torpaqşünaslıq və aqrokimya institutu. beynəlxalq elmi-praktik konfrans «torpaqşünaslıq elminin dünəni, bu günü və sabahı»- 5-6 dekabr 2022 ci il. – С. 66-69.

*Попов А.С., канд. техн. наук, доцент,  
Щур А.С., студент 4 курса  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Афоина А.Н., студент  
Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО  
«Московский политехнический университет», г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ ПОДЪЕМА И ВЫРАВНИВАНИЯ КАРКАСНОГО ФУНДАМЕНТА ЗДАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РАСЧЕТНЫХ СХЕМАХ**

Проблемы, связанные с деформацией и разрушением фундаментов, являются одними из наиболее распространенных и сложных в строительстве. Каркасные фундаменты, представляющие собой систему балок и колонн, часто испытывают неравномерные осадки, приводящие к перекосам и повреждениям надземных конструкций. В таких случаях необходимо проведение работ по подъему и выравниванию фундамента для восстановления его проектного положения и предотвращения дальнейшего разрушения здания [1].

При планировании и проведении работ по подъему и выравниванию каркасного фундамента ключевую роль играет расчетная модель. Выбор адекватной расчетной схемы позволяет с высокой точностью прогнозировать деформации и усилия, возникающие в конструкции фундамента в процессе подъема, и, как следствие, обеспечить безопасность и эффективность проводимых работ [3].

Существует несколько основных подходов к моделированию процесса подъема и выравнивания каркасных фундаментов, отличающихся степенью детализации и учета различных факторов.

Упрощенные расчетные схемы (метод жесткой плиты). В рамках данного подхода фундамент рассматривается как абсолютно жесткая плита, опирающаяся на упругое основание. Осадки основания определяются по методам механики грунтов, а подъем фундамента моделируется как изменение опорных реакций. Данный подход является простым в реализации, но не учитывает деформации самой конструкции фундамента и, следовательно, может давать неточные результаты.

Расчетные схемы с использованием балочных элементов. В этом случае фундамент представляется в виде системы балок, связанных между собой. Основание моделируется как совокупность пружин, жесткость которых определяется характеристиками грунта. Подъем фундамента моделируется как изменение высоты опор. Данный подход позволяет учесть деформации балок фундамента, но не учитывает их пространственное взаимодействие.

Конечно-элементный анализ (КЭА). КЭА является наиболее точным и универсальным методом моделирования подъема и выравнивания каркасных фундаментов. В рамках КЭА фундамент представляется в виде дискретной модели, состоящей из множества конечных элементов. Основание также

моделируется с использованием конечных элементов или специальных моделей грунта. Подъем фундамента моделируется путем задания перемещений опорных узлов. КЭА позволяет учитывать сложную геометрию фундамента, нелинейные свойства материалов и грунта, а также взаимодействие фундамента с надземными конструкциями.

Выбор расчетной схемы оказывает существенное влияние на точность прогнозирования деформаций и усилий в конструкции фундамента. Упрощенные расчетные схемы могут приводить к значительным ошибкам, особенно в случаях, когда фундамент имеет сложную геометрию или опирается на неоднородное основание.

КЭА, в свою очередь, позволяет получить наиболее точные результаты, но требует значительных вычислительных ресурсов и квалификации инженера. При выборе расчетной схемы необходимо учитывать сложность задачи, доступные ресурсы и требуемую точность результатов.

Рассмотрим несколько примеров применения различных расчетных схем на практике, демонстрирующих их целесообразность в зависимости от сложности задачи и требуемой точности:

Пример 1. Подъем и выравнивание столбчатого фундамента небольшого дачного домика (рисунок 1).



Рисунок 1 – Метод жесткой плиты

Описание задачи: Небольшой дачный домик с легкой каркасной конструкцией опирается на столбчатый фундамент, заглубленный на небольшую глубину. Вследствие пучения грунта или других факторов произошло неравномерное поднятие отдельных столбов, что привело к перекоосу дома. Требуется выровнять фундамент и восстановить его проектное положение.

Обоснование выбора расчетной схемы: В данном случае, благодаря простоте конструкции, небольшим нагрузкам и относительно однородному основанию (предполагается), допустимо использование упрощенной расчетной схемы с методом жесткой плиты.

Детали моделирования: Фундамент (совокупность столбов, объединенных ростверком, если он есть) моделируется как абсолютно жесткая плита. Определяется средневзвешенный коэффициент постели основания. Подъем отдельных столбов моделируется путем изменения опорных реакций, необходимых для выравнивания плиты. Дополнительно, можно учесть вес дома как равномерно распределенную нагрузку на плиту.

Дополнительные замечания: хотя этот метод и упрощен, он позволяет быстро оценить необходимые усилия для подъема и выравнивания фундамента. Важно учитывать, что он не даст точной картины напряжений и деформаций в самих столбах. Для более детального анализа отдельных столбов может потребоваться дополнительный расчет.

Возможные недостатки: Метод не учитывает местные деформации основания под каждым столбом, что может привести к неточностям при определении необходимых усилий подъема.

Пример 2. Подъем и выравнивание ленточного фундамента двухэтажного кирпичного дома (рисунок 2).



Рисунок 2 – Метод с использованием балочных элементов

Описание задачи: Двухэтажный кирпичный дом имеет ленточный фундамент. Наблюдаются трещины в стенах и перекосы дверных и оконных проемов, что указывает на неравномерные осадки фундамента. Необходимо выполнить подъем и выравнивание фундамента для устранения деформаций надземной части здания.

Обоснование выбора расчетной схемы: Для данного случая рекомендуется использовать расчетную схему с использованием балочных элементов. Это позволяет учесть деформации ленты фундамента (изгиб, сдвиг) под воздействием нагрузки от дома и усилий подъема.

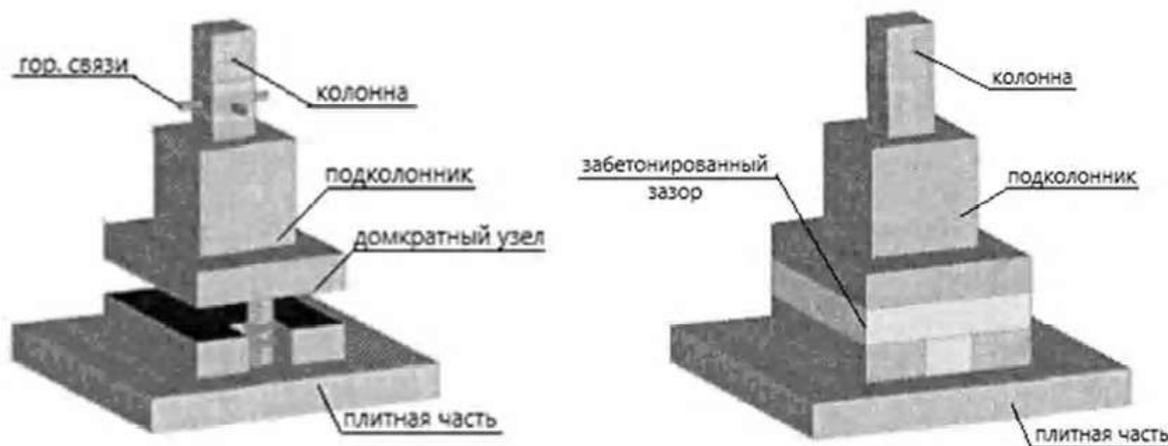
Детали моделирования: Ленточный фундамент моделируется как система связанных балок. Основание моделируется как совокупность пружин, жесткость которых определяется на основе результатов инженерно-геологических изысканий (коэффициент постели) [4]. Подъем отдельных участков фундамента моделируется путем изменения высоты опор (пружин).

Важно учесть распределенную нагрузку от стен и перекрытий дома на ленту фундамента.

Дополнительные замечания: Необходимо тщательно определить жесткость пружин, моделирующих основание. Для этого можно использовать результаты статических испытаний грунтов или данные лабораторных исследований.

Возможные улучшения: Учет влияния угловых точек и пересечений лент (если они есть) путем увеличения числа элементов в этих зонах. Использование нелинейной зависимости "осадка-давление" для пружин, если есть данные о нелинейном поведении грунта[2].

Пример 3. Подъем и выравнивание сложного каркасного фундамента многоэтажного здания (рисунок 3).



подъем и выравнивание здания

бетонирование образовавшегося зазора

Рисунок 3 – Метод регулирования фундамента сложной конструкции

Описание задачи: Многоэтажное здание с каркасной конструкцией имеет сложный каркасный фундамент (например, свайный ростверк, плита с ребрами жесткости). Наблюдаются значительные и неравномерные осадки, приводящие к серьезным повреждениям надземной части здания. Грунтовые условия сложные и неоднородные [4].

Обоснование выбора расчетной схемы: В данном случае необходимо использование Конечно-Элементного Анализа (КЭА). Только КЭА позволяет адекватно учесть сложную геометрию фундамента, неоднородность основания, нелинейные свойства материалов, взаимодействие фундамента с надземными конструкциями и сложную схему приложения подъемных усилий.

Детали моделирования: Фундамент моделируется с использованием твердотельных или оболочечных конечных элементов. Основание моделируется с использованием объемных конечных элементов и сложной модели грунта (например, модель Мора-Кулона, модель Cam-Clay). Взаимодействие фундамента и грунта моделируется с помощью контактных элементов. Надземная конструкция моделируется упрощенно (например, как система сосредоточенных сил и моментов, приложенных к фундаменту) или

полностью (совместный расчет). Подъем фундамента моделируется путем задания перемещений опорных узлов.

Дополнительные замечания: крайне важна качественная геологическая разведка для получения точных параметров грунта. Требуется верификация и валидация модели. Следует провести анализ чувствительности результатов расчета к различным параметрам модели (например, к модулю деформации грунта, коэффициенту Пуассона, шагу сетки конечных элементов).

Верификация модели, т.е. проверка правильности задания параметров, граничных условий и геометрии, а также валидация, т.е. сравнение результатов расчета с данными натурных наблюдений (если они есть), являются обязательными этапами.

Выбор адекватной расчетной схемы является критически важным для обеспечения безопасности и эффективности работ по подъему и выравниванию каркасных фундаментов зданий. Упрощенные расчетные схемы могут приводить к значительным ошибкам, особенно в случаях, когда фундамент имеет сложную геометрию или опирается на неоднородное основание. КЭА является наиболее точным и универсальным методом моделирования, но требует значительных вычислительных ресурсов и квалификации инженера.

При выборе оптимальной расчетной схемы необходимо учитывать сложность задачи, доступные ресурсы и требуемую точность результатов. Данная статья предлагает рекомендации, которые могут помочь инженерам принять обоснованное решение при моделировании подъема и выравнивания каркасных фундаментов.

### ***Библиографический список***

1. Зотов, А.М. Регулируемые фундаменты каркасных зданий. Конструкция, технология и расчет при подъеме и выравнивании. : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. 05.23.08 / Зотов Александр Михайлович. – Ростов-на-Дону, 2013-166 с.

2. Попов, А. С. Напряжения в бетоне и арматуре. Взаимодействие и практическое значение / А. С. Попов, А. С. Щур, В. Ю. Поликашин // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 198-202.

3. Попов, А. С. Изменение модуля деформации грунтов при усилении фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, А. М. Рыбин // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 260-266.

4. Попов, А. С. Технология устройства системы усиления ленточных свайных фундаментов / А. С. Попов, А. С. Щур, О. С. Прохорова //

Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 252-259.

5. Попов, А. С. Исследование взаимодействия маломасштабных свай с окружающим глинистым грунтом / А. С. Попов, А. С. Щур, К. А. Сергеев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 189-193.

6. Конструкция винтовых свай для фундаментов зданий / А. С. Попов, А. С. Щур, А. И. Белозеров, А. А. Калашников-Марграф // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 193-198.

7. Винтовые сваи в условиях агрессивного грунта / А. С. Щур, А. И. Белозеров, А. С. Попов, А. А. Калашников-Марграф // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 214-218.

8. Ткач, Т. С. Возведение фундаментов в вечной мерзлоте / Т. С. Ткач, А. И. Белозеров, А. С. Щур // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 270-276.

9. Попов, А. С. Экспериментальные исследования плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений на грунтовом основании / А. С. Попов, А. С. Щур, Т. Н. Константинова // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 316-323.

10. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой науч.-практ. конф., приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

11. Гаврилина, О. П. Преимущества полимерно-битумных вяжущих / О. П. Гаврилина // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-

практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 138-145.

12. Влияние технического состояния основных фондов на эффективность их использования / А. В. Кривова [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : Материалы 74-Й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 201-207.

13. Гидротехнические сооружения и требования, предъявляемые к ним / О. П. Гаврилина [и др.] // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 86-89.

14. Патент на полезную модель № 214385 U1 Российская Федерация, МПК G01N 3/40. Устройство для измерения твердости почвы : № 2022120371 : заявл. 25.07.2022 : опубл. 25.10.2022 / С. Н. Бoryчев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

15. Щур, А. С. Актуальные вопросы инженерно-технической поддержки сельскохозяйственных предприятий / А. С. Щур, О. П. Гаврилина // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 190-196.

16. Ждарыкина, Е. Э. Размещение, оборудование, технология строительства коллекторов / Е. Э. Ждарыкина, О. П. Гаврилина // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 330-334.

17. Гаврилина, О. П. Математические связи между конструктивными параметрами и гидравлическими связями потоков стабилизатора расхода воды / О. П. Гаврилина // Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА : 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается / Министерство сельского хозяйства РФ Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2005. – С. 445-448.

18. Гаврилина, О. П. Применение геосинтетических материалов при устройстве дренажа автомобильной дороги / О. П. Гаврилина, А. Н. Кочеткова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 3(22). – С. 34-41.

19. Трохин, А. В. Анализ существующих технологий очистки оросительных каналов / А. В. Трохин, Ю. П. Сидоров, О. П. Гаврилина // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 337-341.

**УДК 656.13**

*Попов А.С., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Антонова О.Ю., студент  
Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО  
«Московский политехнический университет» г. Рязань, РФ*

## **МЕТОДИКИ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СОВМЕЩЕННЫХ НЕВЕНТИЛИРУЕМЫХ КРЫШ**

Теплотехнические качества наружных ограждений оказывают огромное влияние на эксплуатацию зданий и сооружений в любой период года. В общем виде можно выделить основные факторы, влияющие на эксплуатационные параметры помещений зданий:

- температура и влажность воздуха внутренней среды здания согласно нормам и требованиям соответствующих значений санитарной гигиены и строительной технологии необходимых для благоприятного микроклимата жилого помещения;
- тепловая энергия, расходуемая в период отапливаемого сезона жилого здания и ее экономия за счет снижения расхода на отопление и вентиляцию;
- уменьшение образования конденсата на внутренней поверхности ограждения за счет нагрева;
- асимметричное сверхнормативное распределение эффективной температуры внутри помещения при воздействии на человека;
- изменение теплозащитных качеств ограждений за счет нарушения режима влажности конструкции;
- надежность конструкций, обеспечивающих ограждающую функцию за ее эксплуатационный период.

Нормативные параметры требуемого микроклимата внутри жилого помещения могут быть обеспечены за счет конструктивных элементов ограждающей конструкции, ее геометрии, а также эксплуатационных параметров системы необходимого жизнеобеспечения внутреннего помещения. В общем можно выделить две основные группы:

- толщина ограждающей конструкции и ее характеристики теплотехнических свойств материалов из которых она изготовлена;

- производительностью работы технологических установок систем жизнеобеспечения эксплуатации здания (отопление, вентиляция и кондиционирование).

Поэтому при проектировании конструктивных элементов ограждающей конструкции необходимо выполнять сравнительный технико-экономический анализ всех возможных вариантов, определяя их стоимость с учетом теплотехнических характеристик.

Одной из простых методик является способ сравнения потерь тепла в сочетании со стоимостью конструкции с одним из вариантов элемента или его отсутствием [1].

Суть метода заключается в распределении возможных вариантов в порядке согласно рациональности теплозащитных характеристик элементов. Получаемый таким образом упорядоченный ряд позволяет выбирать только целесообразные экономические варианты, которые снижают тепловые потери с увеличением их стоимости.

При этом для всех вариантов, рассчитываются удельные единовременные затраты на экономию энергетической единицы (по формулам (1) - (3)) [2].

Удельные единовременные затраты на экономию энергетической единицы элементом конструкции рассчитываются по формулам:

- для плоского элемента

$$\Omega_{\text{эл}} = - \frac{\Delta K^{\text{ед}}}{24 * \left[ \left( \frac{1}{R_{\text{о,2}}^{\text{всл}}} \right) - \left( \frac{1}{R_{\text{о,1}}^{\text{всл}}} \right) \right]} \quad (1)$$

- для линейного элемента

$$\Omega_{\text{эл}} = - \frac{\Delta K^{\text{ед}}}{24 * [\Psi_2 - \Psi_1]} \quad (2)$$

- для точечного элемента

$$\Omega_{\text{эл}} = - \frac{\Delta K^{\text{ед}}}{24 * [\chi_2 - \chi_1]} \quad (3)$$

где  $\Delta K^{\text{ед}}$  - разница единовременных затрат вариантов 2 и 1 исследуемого элемента, руб. Для плоского элемента единовременные затраты вычисляются на квадратный метр, для линейного элемента - на погонный метр, для точечного элемента - на 1 шт.

Для использования формул (1) - (3) должен быть составлен ряд из экономически обоснованных вариантов исследуемого элемента, упорядоченный по его теплозащитной характеристике. В формулах варианты 1 и 2 – соседние варианты ряда (т.е. ближайшие по теплозащитной характеристике, экономически обоснованные варианты элемента).

Причем вариант 2 дороже варианта 1 и обладает меньшими тепло потерями. Полученное по формулам (1) - (3) значение  $\Omega$  соответствует варианту 2 элемента.

Конструкция должна формироваться таким образом, чтобы классы теплозащитной эффективности всех ее элементов были равны требуемому классу теплозащитной эффективности здания. В случае отсутствия варианта элемента с необходимым классом теплозащитной эффективности следует использовать вариант элемента с ближайшим классом теплозащитной эффективности.

По значениям удельных единовременных затрат на экономию энергетической единицы и таблице 1 [2].

Таблица 1 – Классы теплозащитной эффективности элементов конструкции

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Границы $\Omega$ , руб./ (кВтч/год)	До	От	От	От	От	От	От	От	От	От	От	От	От	От
	2	2	4	8	14	24	40	65	10	160	25	38	57	85
	вкл	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до
	.	4	8	14	24	40	65	10	16	250	38	57	85	0
		вкл	вкл	вкл	вкл	вкл	вкл	вк	0	вкл	0	0	0	
		.	.	.	.	.	л	л	вкл		вкл	вкл	вкл	

На основании анализа вычислений для всего комплекса элементов ограждающей конструкции необходимо ее оптимизировать для более рационального конструктивного решения.

Определяется удельная прибыль от экономии энергетической единицы и требуемый класс теплозащитной эффективности здания.

Далее производят выборку различных вариантов необходимого класса оптимизированного элемента конструкции.

Если при расчете класс варианта отсутствует используют метод приближения и принимают тот вариант, который ближе к приведенному значению.

Последовательность проведенных операций позволяет минимизировать приведенные затраты необходимые для строительства ограждающей конструкции, при этом учитываются как экономические, так и климатические условия строительной площадки района местности проектирования здания и сооружения. Формулы (Е.1) СП 50.13330.2012 и (4) [2], позволяют найти приведенное сопротивление теплопередаче и стоимость выбранной конструкции.

$$K_{\text{кон}}^{\text{ед}} = K_0^{\text{ед}} + \sum \alpha_i K_i^{\text{ед}} + \sum l_j K_j^{\text{ед}} \sum n_k K_k^{\text{ед}} \quad (4)$$

где  $\alpha_i$  - площадь плоского элемента конструкции  $i$ -го вида, приходящаяся на  $1 \text{ м}^2$  конструкции,  $\text{м}/\text{м}^2$ ;

$l_j$  - протяженность линейной неоднородности  $j$ -го вида, приходящаяся на  $1 \text{ м}^2$  конструкции,  $\text{м}/\text{м}^2$ ;

$n_k$  - количество точечных неоднородностей  $k$ -го вида, приходящихся на  $1 \text{ м}^2$  конструкции,  $\text{шт.}/\text{м}^2$ ;

$K_{ед}$  - базовая стоимость 1 м<sup>2</sup> конструкции (наиболее холодный вариант всех элементов конструкции), руб./м<sup>2</sup>.

Полученный результат необходимо отражать в рекомендациях производству и технических условиях для получения оптимального усовершенствованного ряда рациональных элементов ограждающих конструкций и увеличения производительности процесса их проектирования теплоизолирующих свойств, что характерно для строительства совмещенных неветилируемых крыш зданий.

При этом необходимо учесть оптимизацию конструкции с учетом соответствующего эффективного класса теплозащиты в последовательности процедуры описанной выше. Используя на различных стадиях проектирования экономически обоснованные варианты отдельных элементов можно подобрать набор рациональных конструкций с учетом рекомендаций соответствующего эффективного теплозащитного класса.

Тепловой расчет является важной частью проектирования и строительства зданий, особенно при использовании совмещенных неветилируемых крыш.

Ограждающие конструкции совмещенных неветилируемых крыш включают в себя слои теплоизоляционного материала, гидроизоляцию и кровельное покрытие. Теплотери через такие конструкции могут значительно влиять на энергоэффективность здания и комфорт внутри него. Поэтому важно правильно подобрать материалы и толщину утеплителя для обеспечения оптимального уровня теплозащиты.

Для теплового расчета используются следующие методы:

1. Метод тепловых балансов. Этот метод позволяет определить тепло потери через все элементы конструкции, включая стены, окна, двери и кровлю. Для этого необходимо учитывать температуру окружающей среды, внутреннюю температуру помещения, скорость ветра и другие факторы. [3].

2. Метод коэффициентов теплопередачи. Данный метод основывается на том, что для каждого элемента конструкции определяют коэффициент теплопередачи с учетом оценки тепловых потерь каждого различного слоя, тем самым рационально оптимизируют размеры проектируемого утеплителя. [4].

3. Метод сопротивляемости теплопередаче. Используют на основе определения суммарного сопротивления теплопередачи всех элементов конструкции в целом. Он учитывает влияние всех слоев на общую теплозащиту и помогает выбрать наиболее эффективный вариант утепления. [5].

4. Метод конвективного теплообмена. Этот метод применяется для оценки потерь тепла через воздух, который находится между слоями конструкции. Он учитывает скорость движения воздуха и разницу температур между внутренним и внешним слоем. [6].

Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, выбор определенного метода находится во власти условий эксплуатации здания и требований к его энергоэффективности. Важно проводить тепловой расчет на стадии проектирования, чтобы избежать ошибок и обеспечить надежную

работу конструкции в будущем. Особенно это касается проектирования ограждающих конструкций совмещенных неветилируемых крыш, так через эти конструкции происходят наибольшие потери тепла в зимний период эксплуатации зданий и перегревание в летний, что существенно влияет на требуемый микроклимат в помещениях.

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ 30494 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
2. СП «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой за щиты».
3. Руководство по градиентным наблюдениям и определению составляющих теплового баланса. - 1964. - С. 14.
4. Мазо, А.Б. Основы теории и методы расчета теплопередачи: учебное пособие / А.Б. Мазо. – Казань: Казанский университет, 2013. - 144 с.
5. Теплотехнический расчёт наружных ограждающих конструкций зданий: учебное пособие / сост. А.Н. Шихов, Т.С. Шептуха, Е.П. Кузнецова; – Пермь: Изд-во Пермского государственного технического университета, 2008. – С. 9.
6. Крайнов, А.Ю. Конвективный теплоперенос и теплообмен: учебное пособие / А.Ю. Крайнов, К.М. Моисеева. – Томск: STT, 2017. – С 80.
7. Попов, А.С. Повышение несущей способности и снижения деформируемости грунтовых оснований при реконструкции резервуаров вертикальных стальных (РВС) с применением геосинтетических элементов/ А.С. Попов, И.И. Волков // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань : РГАТУ, 2022. – Часть II. – С. 288-295.
8. Методика измерений плотности и влажности грунтов / Е.Ю. Ашарина и др. // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. - 2021. - С. 272-276.
9. Анализ уплотнения нижнего слоя основания в насыпях автомобильных дорог / Д.В. Колошеин, А.С. Попов, С.Н. Борычев, В.Д. Матюшкина // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова. - Рязань, 2022. - С. 260-265.
10. Основные виды синтетических материалов и их общая характеристика / О. П. Гаврилина [и др.] // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), Рязань, 11 февраля 2020 года / МСХ РФ ФГБОУ

ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»; Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ Студенческого конструкторского бюро Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева; Совет молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 27-30.

11. Матюшкина, В. Д. Уплотнение слоев дорожной одежды / В. Д. Матюшкина, Д. В. Колошеин // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры, Рязань, 27 октября 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет Инженерный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 138-142.

12. Попов, А. С. Технико-экономическое обоснование различных вариантов текущего ремонта автомобильных дорог / А. С. Попов, Д. В. Колошеин, Л. А. Маслова // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 13 декабря 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 261-264.

13. История отечественных мостов / Д. В. Колошеин [и др.] // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 333-337.

14. Гидротехнические сооружения и требования, предъявляемые к ним / О. П. Гаврилина [и др.] // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 86-89.

15. Колошеин, Д. В. Дорожное полотно из переработанного пластика / Д. В. Колошеин, А. И. Белозеров // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 1(17). – С. 49-54.

*Гаврилина О.П., канд. техн. наук,  
Щур А.С., студент 4 курса,  
Клепова С.О., студент 1 курса,  
Горожанина Е.В., студент 2 курса  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРЕИМУЩЕСТВА МЕЛКОДИСПЕРСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ**

Вода является важнейшим фактором, определяющим рост и развитие растений. В условиях изменяющегося климата и растущего дефицита пресной воды, эффективное использование водных ресурсов становится критически важным для обеспечения продовольственной безопасности и поддержания устойчивого сельского хозяйства. Традиционные методы полива, такие как поверхностное орошение и дождевание, часто приводят к значительным потерям воды из-за испарения, стока и неравномерного распределения влаги.

Мелкодисперсное дождевание, также известное как микродождевание или туманообразование, представляет собой современный метод ирригации, который позволяет минимизировать потери воды и обеспечить оптимальное увлажнение растений. В отличие от традиционных систем дождевания, которые распыляют воду на крупные капли, мелкодисперсное дождевание создает облако мельчайших капель, напоминающее естественный дождь. Это обеспечивает равномерное распределение влаги, снижает риск заболеваний растений и улучшает микроклимат в зоне выращивания.

Мелкодисперсное дождевание обладает рядом значительных преимуществ перед традиционными методами полива:

**Повышение эффективности использования воды:** Мельчайшие капли воды, создаваемые системами мелкодисперсного дождевания, значительно уменьшают потери воды из-за испарения и стока. Это позволяет использовать меньше воды для достижения желаемого уровня увлажнения почвы, что особенно важно в засушливых регионах.

**Улучшение качества урожая:** Равномерное распределение влаги обеспечивает оптимальные условия для роста и развития растений. Это приводит к повышению урожайности, улучшению качества плодов и снижению процента брака.

**Снижение риска заболеваний растений:** Мелкодисперсное дождевание снижает влажность листьев растений, что препятствует развитию грибковых и бактериальных заболеваний. Кроме того, равномерное распределение влаги предотвращает переувлажнение почвы, что также способствует снижению риска заболеваний корней.

**Оптимизация микроклимата:** Мелкодисперсное дождевание позволяет регулировать температуру и влажность воздуха в зоне выращивания. В жаркую погоду испарение мельчайших капель воды охлаждает воздух, снижая тепловой стресс у растений. В засушливую погоду мелкодисперсное дождевание

повышает влажность воздуха, создавая более благоприятные условия для роста и развития растений.

**Возможность внесения удобрений и пестицидов:** Системы мелкодисперсного дождевания могут использоваться для внесения удобрений и пестицидов непосредственно в зону корней растений. Это позволяет более эффективно использовать эти препараты и снижает их потери.

**Энергоэффективность:** Некоторые системы мелкодисперсного дождевания работают при низком давлении, что позволяет снизить потребление электроэнергии.

**Уменьшение эрозии почвы:** Мелкие капли воды не оказывают сильного воздействия на почву, что снижает риск эрозии.

Эффективность мелкодисперсного дождевания зависит от ряда факторов, включая:

**Тип форсунок:** Существуют различные типы форсунок для мелкодисперсного дождевания, отличающиеся по размеру капель, углу распыления и расходу воды. Выбор подходящего типа форсунок зависит от типа растений, климатических условий и типа почвы.

**Давление воды:** Давление воды влияет на размер капель и радиус распыления. Оптимальное давление воды зависит от типа форсунок и необходимой интенсивности полива.

**Высота установки форсунок:** Высота установки форсунок влияет на равномерность распределения воды. Оптимальная высота установки форсунок зависит от типа растений и климатических условий.

**Климатические условия:** Ветер, температура и влажность воздуха могут влиять на эффективность мелкодисперсного дождевания. В ветреную погоду рекомендуется использовать ветрозащитные экраны. В жаркую и сухую погоду рекомендуется увеличивать частоту полива.

**Тип почвы:** Тип почвы влияет на скорость инфильтрации воды. На легких почвах рекомендуется использовать более частый полив небольшими дозами. На тяжелых почвах рекомендуется использовать более редкий полив большими дозами.

Мелкодисперсное дождевание широко применяется в различных областях сельского хозяйства и ландшафтного дизайна:

**В теплицах:** Оптимально для контроля микроклимата и здоровья тепличных культур.

Теплицы требуют точного контроля влажности и температуры. Мелкодисперсное дождевание создает "туман", равномерно увлажняющий воздух и снижающий температуру в жару, предотвращая тепловой стресс. Оптимальная влажность минимизирует риск развития грибковых заболеваний.

Система распыляет воду на мельчайшие капли, быстро испаряющиеся и охлаждающие воздух. Также может использоваться для внесения удобрений (фертигация).

**Полях/Садах:** Увеличивает урожайность и улучшает качество овощей, фруктов и ягод.

Равномерное распределение влаги обеспечивает оптимальные условия для роста и развития растений. Снижаются потери воды из-за испарения и стока по сравнению с обычным дождеванием. Предотвращается эрозия почвы.

Система микрождевателей или туманообразователей распределяет воду по всей площади, обеспечивая равномерный полив каждой культуры.

Ландшафте: Поддерживает красоту растений и экономит воду.

Равномерный полив поддерживает здоровье газонов, цветников, кустарников и деревьев, делая их более красивыми. Экономится вода по сравнению с традиционными методами полива, такими как ручной полив шлангом или обычные дождеватели.

Система может быть скрыта под землей или установлена на поверхности, обеспечивая эффективный полив без ущерба для эстетики ландшафта.

Питомниках: Обеспечивает равномерный полив и здоровье саженцев.

Саженцы особенно чувствительны к недостатку влаги и переувлажнению. Мелкодисперсное дождевание обеспечивает равномерное увлажнение почвы, стимулируя здоровое развитие корневой системы и снижая риск заболеваний.

Нежные капли воды не повреждают листья и стебли молодых растений, предотвращая стресс и способствуя их приживаемости.

Защите от заморозков: Предотвращает повреждение растений при заморозках за счет образования ледяной корки.

Вода, замерзая, выделяет тепло. Непрерывное распыление воды создает тонкий слой льда на растениях, который поддерживает их температуру около 0°C, защищая от более низких температур, которые могут повредить ткани растений.

Система мелкодисперсного дождевания начинает работать до начала заморозков и продолжает до тех пор, пока температура не поднимется выше нуля. Важно, чтобы полив был непрерывным, иначе образовавшийся лед только усугубит ситуацию.

Мелкодисперсное дождевание представляет собой перспективный метод ирригации, который позволяет повысить эффективность использования воды, улучшить качество урожая, снизить риск заболеваний растений и оптимизировать микроклимат. Этот метод широко применяется в различных областях сельского хозяйства и ландшафтного дизайна. Дальнейшие исследования в области разработки и применения систем мелкодисперсного дождевания будут способствовать повышению их эффективности и расширению области применения.

### ***Библиографический список***

1. Применение авторегуляторов уровня грунтовых вод на гидромелиоративных системах / А. С. Щур, А. И. Белозеров, А. Н. Кочеткова, О. П. Гаврилина // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной научно-практической конференции,

посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 239-244.

2. Осушительная система в гидромелиорации / А. И. Белозеров, А. С. Щур, А. Н. Кочеткова, О. П. Гаврилина // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 68-72.

3. Гаврилина, О. П. Принципы и методы использования гидравлической процессов на оросительных системах / О. П. Гаврилина, С. Н. Борычев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 2(9). – С. 76-80.

4. Бочкарева, Я. В. Моноблочная система стабилизации водоподачи из трубчатых водовыпусков, каналов и малых водоемов / Я. В. Бочкарева, О. П. Гаврилина // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов. Том Выпуск 4, Часть 1. – Рязань : РГАТУ, 2000. – С. 119-124.

5. Гаврилина, О. П. Автоматизация полива дождеванием / О. П. Гаврилина, С. Н. Борычев, Д. В. Колошеин // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года - Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 162-165.

6. Солянко, Н. С. Автоматизация водоснабжения и орошения / Н. С. Солянко, О. П. Гаврилина, А. И. Бойко // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 16 февраля 2022 года – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 356-359.

7. Гаврилина, О. П. Датчики в автоматизированных мелиоративных системах / О. П. Гаврилина, А. Н. Худякова, С. О. Клепова // Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 28-33.

8. Колошеин, Д.В. Способы и средства регулирования водоподачи в открытых водопроводящих каналах оросительных систем / Д.В. Колошеин, Р.А. Чесноков, А.В. Трохин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве: Материалы Международной научно-практической конференции - Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 297-302.

9. Колошеин, Д.В. Особенности режима грунтовых вод переувлажненных и осушенных земель/ Д.В. Колошеин, С.Б. Федоринова, К.И. Карнеев // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития

современного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 362-366.

10. Штучкина, А. С. Принципы использования водомерных устройств для водораспределения / А. С. Штучкина, О. П. Гаврилина // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник трудов научных чтений Посвящается памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС, академика Якова Васильевича Бочкарева, Рязань, 01 января – 31 2014 года / Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. Том Выпуск 11. – Рязань: РГАТУ, 2014. – С. 289-291.

11. Колошеин, Д.В. К вопросу реконструкции и модернизации мелиоративных систем в условиях Рязанской области/ Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: материалы Международной науч.-практ. конф. Том 2, Рязань, 12 октября 2020 года - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 31-36.

12. Влияние величины зазора на скорость щелевой коррозии автотракторной техники / Н. В. Бышов [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 2(58). – С. 328-337.

УДК 656.13

*Гаврилина О.П., канд. техн. наук,  
Щур А.С., студент 4 курса,  
Белозеров А.И., студент 4 курса,  
Клепова С.О., студент 1 курса  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ГОРОДОВ**

Транспортная доступность, определяемая как легкость достижения желаемых мест назначения, играет критически важную роль в формировании качества жизни, экономического процветания и социальной интеграции в городах. Улучшение транспортной доступности позволяет сократить время поездок, снизить транспортные издержки, расширить возможности трудоустройства, образования и отдыха, а также улучшить экологическую обстановку. Однако, растущая автомобилизация, урбанизация и ограниченность ресурсов создают серьезные вызовы для обеспечения эффективной и устойчивой транспортной доступности в современных городах. В данной статье проводится анализ различных методов повышения транспортной доступности, с акцентом на их преимущества, недостатки и примеры успешной реализации.

Существует широкий спектр методов, направленных на повышение транспортной доступности в городах. Эти методы можно условно разделить на следующие категории:

Развитие общественного транспорта является одним из наиболее эффективных способов повышения транспортной доступности, особенно для групп населения, не имеющих доступа к личному транспорту. Это включает в себя:

Увеличение частоты и протяженности маршрутов: Расширение сети общественного транспорта и увеличение частоты движения позволяют снизить время ожидания и расширить географию охвата.

Модернизация парка транспортных средств: Использование современных, экологически чистых и комфортабельных автобусов, трамваев и поездов позволяет повысить привлекательность общественного транспорта.

Внедрение интегрированной системы оплаты проезда: Создание единой системы оплаты проезда, позволяющей использовать различные виды общественного транспорта, упрощает пользование и повышает удобство.

Развитие скоростного общественного транспорта: Строительство линий метро, скоростного трамвая и BRT (Bus Rapid Transit) позволяет значительно сократить время поездок на большие расстояния.

Интеграция общественного транспорта с другими видами транспорта: Обеспечение пересадочных узлов, объединяющих автобусные, трамвайные и железнодорожные линии, а также вело - и пешеходные дорожки, позволяет создать удобную и мультимодальную транспортную систему.

Оптимизация дорожной сети направлена на улучшение пропускной способности и снижение заторов на существующих дорогах. Это включает в себя:

Расширение проезжей части: Добавление полос движения может улучшить пропускную способность на перегруженных участках дорог.

Строительство новых дорог и развязок: Строительство новых дорог, объездных путей и развязок позволяет разгрузить существующие дороги и сократить время поездок.

Улучшение дорожной разметки и знаков: Четкая и понятная дорожная разметка и знаки повышают безопасность движения и помогают водителям ориентироваться на дорогах.

Регулирование дорожного движения: Использование светофоров, адаптивного управления светофорами и введение одностороннего движения может оптимизировать дорожное движение и снизить заторы.

ИТС используют информационные и коммуникационные технологии для оптимизации работы транспортной системы. Это включает в себя:

Системы управления дорожным движением: Использование датчиков и камер для мониторинга дорожного движения и автоматической регулировки светофоров.

Информационные системы для водителей: Предоставление информации о текущей дорожной обстановке, пробках и альтернативных маршрутах через мобильные приложения и навигационные системы.

Системы автоматической оплаты проезда: Использование электронных карт и транспондеров для автоматической оплаты проезда по платным дорогам и мостам.

Системы управления общественным транспортом: Использование GPS и других технологий для отслеживания местоположения транспортных средств, оптимизации маршрутов и предоставления информации пассажирам о времени прибытия.

Активная мобильность подразумевает использование немоторизованных видов транспорта, таких как ходьба и велосипед. Это включает в себя:

Строительство велодорожек и тротуаров: Создание безопасной и удобной инфраструктуры для велосипедистов и пешеходов.

Организация пешеходных зон: Создание пешеходных зон в центре города и других районах, где можно комфортно гулять и делать покупки.

Предоставление велосипедов напрокат: Создание систем проката велосипедов, позволяющих людям брать велосипеды напрокат на короткое время.

Поощрение использования велосипеда и ходьбы: Проведение кампаний по пропаганде активной мобильности и предоставление льгот для велосипедистов и пешеходов.

Интеграция земельного планирования и транспортной инфраструктуры.

Интеграция земельного планирования и транспортной инфраструктуры предполагает координацию развития транспортной системы и размещения жилых, коммерческих и промышленных зон. Это включает в себя:

Повышение плотности застройки вблизи транспортных узлов: Размещение жилых и коммерческих зон вблизи станций метро, автобусных остановок и других транспортных узлов позволяет сократить потребность в использовании личного транспорта.

Смешанное использование земель: Размещение жилых, коммерческих и рекреационных зон в одном районе позволяет сократить расстояние поездок и создать более удобную и привлекательную среду для жизни.

Ограничение парковочных мест: Ограничение количества парковочных мест в новых зданиях может стимулировать людей использовать общественный транспорт, велосипед или ходить пешком.

Взимание платы за проезд в перегруженные районы: Введение платы за проезд в перегруженные районы может снизить загруженность дорог и стимулировать людей использовать общественный транспорт или другие виды транспорта.

Комплексный подход к повышению транспортной доступности

Повышение транспортной доступности требует комплексного и интегрированного подхода, учитывающего различные аспекты городской среды. Необходимо:

Разрабатывать комплексные планы транспортного развития: Планы транспортного развития должны учитывать все виды транспорта, а также интеграцию с земельным планированием и другими секторами городской экономики.

Привлекать к участию все заинтересованные стороны: В процессе планирования и реализации транспортных проектов необходимо привлекать к участию жителей, бизнес, общественные организации и другие заинтересованные стороны.

Использовать современные технологии: Необходимо использовать современные информационные и коммуникационные технологии для оптимизации работы транспортной системы и предоставления информации пользователям.

Оценивать эффективность транспортных проектов: Необходимо регулярно оценивать эффективность транспортных проектов и вносить корректировки в планы развития.

Учитывать экологические, социальные и экономические аспекты: Необходимо учитывать экологические, социальные и экономические аспекты при планировании и реализации транспортных проектов.

Транспортная доступность является критически важным фактором для устойчивого развития городов. Существует множество методов повышения транспортной доступности, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Для достижения наилучших результатов необходимо использовать комплексный и интегрированный подход, учитывающий различные аспекты городской среды. Развитие общественного транспорта, оптимизация дорожной сети, внедрение интеллектуальных транспортных систем, продвижение активной мобильности и интеграция земельного планирования и транспортной инфраструктуры являются ключевыми элементами успешной стратегии повышения транспортной доступности в городах. Инвестиции в транспортную инфраструктуру и внедрение инновационных технологий должны осуществляться с учетом долгосрочных целей устойчивого развития и потребностей всех жителей города.

### *Библиографический список*

1. Сафронов, К. Э. Концепция формирования доступной транспортной инфраструктуры городов России / К.Э. Сафронов // Вестник СибАДИ. - 2012. - №4 (26).

2. Гаврилина, О. П. Повышение транспортной доступности городов / О. П. Гаврилина, А. С. Щур // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 236-241.

3. Щур, А. С. Повышение эффективности функционирования инфраструктуры автомобильного транспорта / А. С. Щур, Д. В. Колошеин // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 381-382.

4. Гаврилина, О. П. Современные направления развития дорожной инфраструктуры / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, А. И. Белозеров // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 250-256.

5. Попов, А. С. Экологические аспекты при строительстве: путь к устойчивому развитию / А. С. Попов, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 70-76.

6. Щур, А. С. Экономические аспекты строительства и эксплуатации автомобильных дорог / А. С. Щур, Д. В. Колошеин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к

профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 115-121.

7. Технологии строительства автомобильных дорог / А. И. Белозеров, А. С. Щур, Т. С. Ткач, О. П. Гаврилина // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 72-78.

8. Колошеин, Д. В. Реконструкция дорожного полотна / Д. В. Колошеин, А. С. Щур // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 27 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 65-70.

9. Гаврилина, О. П. Применение геотекстиля в дорожной сфере / О. П. Гаврилина, А. С. Щур // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве: Материалы национальной научно-практической конференции, посвященные памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023 года – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 289-293.

10. Гаврилина, О. П. Укладка асфальта в зимнее время / О. П. Гаврилина // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. Рецензируемое научное издание, Рязань, 06–09 декабря 2018 года / Редакционная коллегия: Бышов Н.В., Лазуткина Л.Н., Мажайский Ю.А. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 86-91.

11. Патент на полезную модель № 214385 U1 Российская Федерация, МПК G01N 3/40. Устройство для измерения твердости почвы : № 2022120371 : заявл. 25.07.2022 : опубл. 25.10.2022 / С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

12. Повышение транспортной доступности городов / О. А. Тетерина, И. Н. Горячкина, В. В. Терентьев [и др.] // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 518-522.

13. Влияние интеллектуальных систем на безопасность дорожного движения / Е. С. Карпов, К. П. Андреев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой

научно-практической конференции, Рязань, 17 февраля 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 213-217.

14. Моделирование при оптимизации городского пассажирского транспорта в макроскопической модели / К. П. Андреев [и др.] // Бюллетень транспортной информации. – 2018. – № 12(282). – С. 28-34.

15. Оформление проекта организации дорожного движения / В. В. Терентьев [и др.] // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2018. – № 3. – С. 79-86.

16. Терентьев, В. В. Повышение эффективности системы "ЭРА-ГЛОНАСС" / В. В. Терентьев, К. П. Андреев, А. В. Шемякин // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 5(13). – С. 86-91.

17. Основы логистики / Н. Н. Пашканг [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2023. – 135 с.

18. Транспортная логистика / Н. Н. Пашканг [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2023. – 181 с.

**УДК 656.08**

*Ткач Т.С., канд. техн. наук, доцент,  
Щур А.С., студент 4 курса,  
Белозеров А.И., студент 4 курса,  
Клепова С.О., студент 1 курса  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ**

Ежегодно миллионы людей становятся жертвами ДТП, а десятки миллионов получают травмы. Экономические последствия ДТП также огромны, включая расходы на медицинское обслуживание, потерю производительности и повреждение имущества. Снижение количества ДТП является важной задачей общественного здравоохранения и требует комплексного подхода, включающего взаимодействие различных заинтересованных сторон. Данная статья рассматривает различные способы, направленные на повышение безопасности дорожного движения и снижение числа ДТП.

Безопасность дорожной инфраструктуры играет ключевую роль в предотвращении ДТП. К числу мер, направленных на улучшение дорожной инфраструктуры, относятся:

Разделение транспортных потоков: Разделение полос движения встречного направления при помощи физических барьеров (например, бетонных ограждений) эффективно снижает риск лобовых столкновений.

Обустройство пешеходных переходов: Четкая разметка пешеходных переходов, установка светофоров для пешеходов, возведение надземных и

подземных переходов, особенно вблизи школ и других мест скопления людей, значительно повышают безопасность пешеходов.

**Улучшение видимости:** Яркая разметка дорог, установка светоотражающих элементов, хорошее освещение, особенно в ночное время и в условиях плохой видимости, помогают водителям вовремя реагировать на изменения дорожной обстановки.

**Конструирование безопасных перекрестков:** Использование кольцевых развязок, организация поворотных полос, установка дополнительных знаков и светофоров на перекрестках снижают риск столкновений.

**Регулярное обслуживание и ремонт дорог:** Своевременное устранение выбоин, трещин и других дефектов дорожного покрытия повышает безопасность и комфорт вождения.

**Внедрение "самообъясняющихся" дорог:** Дороги, спроектированные таким образом, что их конфигурация интуитивно понятна водителю, снижают когнитивную нагрузку и риск ошибок.

Современные транспортные средства оснащены множеством систем безопасности, направленных на предотвращение ДТП и снижение тяжести последствий в случае аварии. К ним относятся:

**Антиблокировочная система (ABS):** Предотвращает блокировку колес при резком торможении, позволяя водителю сохранять контроль над автомобилем.

**Система контроля устойчивости (ESP):** Помогает водителю удерживать автомобиль на траектории движения в сложных ситуациях, предотвращая заносы и опрокидывания.

**Подушки безопасности:** Снижают риск получения травм при столкновении.

**Системы помощи водителю (ADAS):** Включают в себя такие функции, как адаптивный круиз-контроль, системы предупреждения о столкновении, системы контроля полосы движения, системы мониторинга слепых зон, автоматическое экстренное торможение.

**Усиленный каркас безопасности:** Конструкция автомобиля должна обеспечивать максимальную защиту пассажиров при столкновении.

**Тест Euro NCAP:** Независимая организация Euro NCAP проводит краш-тесты автомобилей и оценивает их безопасность, предоставляя потребителям информацию для выбора безопасного транспортного средства.

Эффективные образовательные программы и кампании по повышению осведомленности являются важным инструментом для изменения поведения участников дорожного движения и снижения количества ДТП. К ним относятся:

**Обучение безопасным методам вождения:** Подготовка водителей должна включать обучение не только правилам дорожного движения, но и навыкам безопасного вождения в различных условиях, а также основам оказания первой помощи.

Кампании по борьбе с вождением в состоянии алкогольного или наркотического опьянения: Необходимо проводить постоянные кампании, подчеркивающие опасность вождения в состоянии опьянения и пропагандирующие альтернативные способы передвижения.

Кампании по борьбе с отвлечением внимания за рулем: Использование мобильных телефонов и других устройств во время вождения является серьезным фактором риска ДТП. Необходимо информировать водителей об опасности отвлечения внимания и пропагандировать ответственное поведение за рулем.

Обучение детей и подростков правилам дорожного движения: Обучение детей и подростков правилам дорожного движения, как пешеходов, велосипедистов и будущих водителей, необходимо начинать с раннего возраста.

Программы для пожилых водителей: Пожилые водители могут нуждаться в дополнительных знаниях и навыках, чтобы безопасно управлять автомобилем. Специальные программы обучения и оценки водительских навыков могут помочь им оставаться безопасными участниками дорожного движения.

Эффективное правоприменение является важным инструментом для обеспечения соблюдения правил дорожного движения и снижения количества ДТП. К числу мер, направленных на усиление правоприменительной практики, относятся:

Усиление контроля за соблюдением скоростного режима: Установка камер контроля скорости, проведение рейдов и другие меры позволяют снизить количество нарушений скоростного режима, являющегося одной из основных причин ДТП.

Контроль за вождением в состоянии алкогольного или наркотического опьянения: Регулярное проведение тестов на алкоголь и наркотики, ужесточение наказаний за вождение в состоянии опьянения снижают риск ДТП, вызванных алкоголем и наркотиками.

Контроль за использованием ремней безопасности: Обязательное использование ремней безопасности значительно снижает риск получения тяжелых травм при ДТП.

Контроль за соблюдением правил дорожного движения пешеходами: Пешеходы также должны соблюдать правила дорожного движения. Необходимо проводить разъяснительную работу и привлекать к ответственности пешеходов, нарушающих правила.

Внедрение системы штрафных баллов: Система штрафных баллов, предусматривающая лишение водительского удостоверения за систематические нарушения правил дорожного движения, стимулирует водителей к более ответственному поведению.

В последние годы наблюдается активное внедрение инновационных технологий, направленных на повышение безопасности дорожного движения. К ним относятся:

Телематические системы: Телематические системы, устанавливаемые в автомобилях, позволяют отслеживать стиль вождения, выявлять опасные маневры и предупреждать водителей об опасности.

Системы автоматического управления автомобилем (автопилот): Разработка и внедрение систем автоматического управления автомобилем может значительно снизить количество ДТП, вызванных человеческим фактором.

Системы связи между транспортными средствами (V2V) и между транспортными средствами и инфраструктурой (V2I): Эти системы позволяют обмениваться информацией между автомобилями и инфраструктурой, предупреждая водителей об опасностях и помогая избегать столкновений.

Использование больших данных и искусственного интеллекта: Анализ больших данных о ДТП позволяет выявлять опасные участки дорог, определять факторы риска и разрабатывать эффективные меры по предотвращению ДТП.

Беспилотные летательные аппараты (дроны): Дроны могут использоваться для мониторинга дорожной обстановки, выявления нарушений правил дорожного движения и оказания помощи пострадавшим в ДТП.

Снижение количества ДТП является сложной и многогранной задачей, требующей комплексного подхода, включающего улучшение дорожной инфраструктуры, повышение безопасности транспортных средств, образовательные программы, усиление правоприменительной практики и внедрение инновационных технологий. Успешное решение этой задачи требует взаимодействия различных заинтересованных сторон, включая государственные органы, производителей автомобилей, транспортные компании, образовательные учреждения и общественные организации. Постоянный мониторинг и анализ данных о ДТП, а также своевременная адаптация мер безопасности к меняющимся условиям дорожного движения, являются ключом к созданию более безопасной дорожной среды и снижению числа жертв ДТП.

### ***Библиографический список***

1. Сидоров, А. А. Методы снижения количества дорожно-транспортных происшествий / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, О. П. Гаврилина // Перспективы развития, инновации и информационные технологии на транспорте : Материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Воронеж, 17–18 октября 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2024. – С. 120-124.

2. Щур, А. С. Методы проектирования автомобильных дорог / А. С. Щур, Д. В. Колошеин, О. П. Гаврилина // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному

празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 104-109.

3. Колошеин, Д. В. Проблемы возведения автодорожных тоннелей и пути их решения / Д. В. Колошеин, А. С. Щур, А. И. Белозеров // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 174-178.

4. Щур, А. С. Экономические аспекты строительства и эксплуатации автомобильных дорог / А. С. Щур, Д. В. Колошеин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 115-121.

5. Колошеин, Д. В. Укрепление обочин дорог / Д. В. Колошеин, А. С. Щур, А. И. Белозеров // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 179-183.

6. Лучкова, И. В. Решение проблем и технология строительства автомобильных дорог в условиях вечной мерзлоты / И. В. Лучкова, А. С. Щур, А. А. Маркушов // Наука молодых - будущее России : Сборник научных статей 9-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 12–13 декабря 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 199-204.

7. Лучкова, И. В. Геодезический контроль дорожно-строительных работ при реконструкции дорог / И. В. Лучкова, А. С. Щур, А. А. Маркушов // Наука молодых - будущее России : Сборник научных статей 9-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 12–13 декабря 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 204-209.

8. Щур, А. С. Проблемы безопасности дорожного движения и способы их решения / А. С. Щур, И. В. Шеремет, О. П. Гаврилина // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 245-251.

9. Гаврилина, О. П. Современные направления развития дорожной инфраструктуры / О. П. Гаврилина, А. С. Щур, А. И. Белозеров // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 250-256.

10. Борычев, С. Н. Инновационные технологии в автодорожном строительстве / С. Н. Борычев, Д. В. Колошеин, А. С. Щур // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 334-340.

11. Колошеин, Д. В. Геологическое проектирование автомобильных дорог / Д. В. Колошеин, Т. С. Ткач, А. С. Щур // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности: материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 357-362.

12. Щур, А. С. Геодезический контроль состояния автомобильных дорог / А. С. Щур, С. О. Клепова, Д. В. Колошеин // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. В 4-х томах, Курск, 29 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 367-371.

13. Щур, А. С. Геодезические исполнительные съемки на дорожных объектах / А. С. Щур, С. О. Клепова, Д. В. Колошеин // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. В 4-х томах, Курск, 29 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 371-375.

14. Щур, А. С. Геодезические работы при обследовании, реконструкции автодорог и сооружений различного назначения / А. С. Щур, С. О. Клепова, Д. В. Колошеин // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. В 4-х томах, Курск, 29 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 376-380.

15. Технологии строительства автомобильных дорог / А. И. Белозеров, А. С. Щур, Т. С. Ткач, О. П. Гаврилина // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 72-78.

16. Основы логистики / Н. Н. Пашканг, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2023. – 135 с.

17. Транспортная логистика / Н. Н. Пашканг, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2023. – 181 с.

18. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665214 Российская Федерация. Расчет потребления топлива грузовыми автомобилями при перевозке сельскохозяйственных грузов : № 2022664314 : заявл. 29.07.2022 : опубл. 11.08.2022 / А. С. Степашкина, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

Современное состояние и перспективы развития агропромышленного  
комплекса Российской Федерации:  
Материалы Международной научно-практической конференции,  
посвященной памяти д.т.н., профессора Александра Алексеевича Сорокина

29 января 2025 года

Бумага офсетная Гарнитура Times Печать лазерная  
Усл. печ. л. 14,13. Тираж 500 экз. Первый завод 100 экз. Заказ № 1655  
подписано в печать 30.05.2025  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева  
Отпечатано в издательстве учебной литературы  
и учебно-методических пособий  
ФГБОУ ВО РГАТУ  
390044, г. Рязань, ул. Костычева, д.1