

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»*

17 декабря 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 А.А. Сорокина, 17 декабря 2025 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2025. – 124 с.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель: Правдина Е.Н. – к.с.-х.н., доцент, врио ректора ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ

Сопредседатель:

Лукьянова О.В. – к. с.-х. н., доцент, и. о. проректора по научной работе 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, заведующий кафедрой технологии материалов и технических систем в АПК ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

Чаткин М.Н. – д.т.н., профессор, профессор кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина ФГБОУ ВО «НИ МГУ им. Н.П. Огарева», 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., член-корреспондент РАН, заместитель директора по научно-организационной работе 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;

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

Терентьев В.В. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности 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. – начальник информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

Кутыраев А.А. – 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»

Содержание

<i>Гладышев М.А., Соломатин Д.Е., Шамбазов Е.А.</i> Актуальные культиваторы.....	4
<i>Гаджиев П.И., Сивцов В.Н., Григорьев М.В.</i> Анализ устройств для очистки деталей и техники МТП.....	11
<i>Мошнин А.М., Гаджиев П.И., Рамазанова Г.Г.</i> Анализ современных мини погрузчиков.....	16
<i>Успенский И.А., Колотов А.С., Ушанев А.И.</i> Анализ современных дисковых борон.....	22
<i>Костенко М.Ю., Филюшин О.В., Юмаев Д.М.</i> Многофункциональные посевные комплексы.....	28
<i>Исмаев Р.Р., Рембалович Г.К., Юмаев Д.М.</i> Анализ рынка современной почвообрабатывающей техники компании ООО Техно-Снаб. Часть 1.....	33
<i>Исмаев Р.Р., Рембалович Г.К., Юмаев Д.М.</i> Анализ рынка современной почвообрабатывающей техники компании «Алмаз».....	40
<i>Безносок Р.В., Лузгин Н.Е., Старунский А.В.</i> Особенности современных погрузчиков.....	47
<i>Моргачева В.В., Мироненко А.А., Лимаренко Н.В.</i> Оценка эффективности применения динамической маршрутизации для перевозки навоза.....	53
<i>Колотов А.С., Ушанев А.И., Филюшин О.В.</i> Обзор устройств транспортировки зерновых культур.....	57
<i>Юмаев Д.М., Ушанев А.И., Филюшин О.В.</i> Системы навигации и позиционирования для автотранспорта.....	65
<i>Шамбазов Е.А., Юмаев Д.М.</i> Анализ актуальных опрыскивающих систем и машин для сельского хозяйства.....	71
<i>Филюшин О.В., Юмаев Д.М., Колотов А.С.</i> Динамика и масштабы выращивания картофеля в разных государствах.....	77
<i>Филюшин О.В., Колотов А.С., Ушанев А.И.</i> Техника для механизированной уборки картофеля.....	82
<i>Корнилов И.А., Кучин А.П., Исмаев Р.Р., Юмаев Д.М.</i> Современные почвообрабатывающие приспособления из углеродистых композитных материалов.....	89
<i>Ушанев А.И., Филюшин О.В., Шамбазов Е.А.</i> Инновационные подходы и технические средства для хранения картофеля.....	95
<i>Юмаев Д.М., Колотов А.С., Филюшин О.В., Шамбазов Е.А.</i> Техника для уборки и транспортировки картофеля в сельском хозяйстве.....	100
<i>Якутин Н.Н., Чурилов Д.Г., Крыгин С.Е.</i> Совершенствование системы обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники – фактор повышения её надежности.....	105
<i>Мошнин А.М., Гаджиев П.И., Рамазанова Г.Г.</i> Перевозка сельскохозяйственной продукции.....	111
<i>Резовский Г.Ю., Кузьмич Н.П.</i> Горячее водоснабжение – неотъемлемый компонент инженерного обеспечения зданий.....	115
<i>Афонина А.Н., Попов А.С.</i> Корректировка геометрического положения зданий и сооружений.....	119

*Гладышев М.А., магистрант 1 курса,
Соломатин Д.Е., магистрант 1 курса,
Шамбазов Е.А., магистрант 1 курса
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АКТУАЛЬНЫЕ КУЛЬТИВАТОРЫ

Агропромышленный сектор встречает 2026-й календарный период с однозначным запросом на производительность, адаптивность и сквозную интеграцию smart-технологий. Современный культиватор уже не только агрегат для поверхностного рыхления: это агроинженерный модуль, способный за один проход сочетать чизельную обработку, закрытие влаги, внесение удобрений и предпосевное выравнивание, подстраиваясь под разные агрофоны и функционируя при минимальной операторской поддержке. Глобальные OEM-компании выводят обновлённые серии, чётко демонстрируя тренды: ориентацию на мультиоперационность, рост ресурсной надёжности, плюс активное внедрение прецизионной ISOBUS-телематике, интеллектуального GPS-автопилота и элементов автономного управления. Оценим ключевые релизы и концепцию их разработки на кейсах брендов-лидеров отрасли.

Австрийский производитель сельхозтехники Röttinger демонстрирует дальнейшую эволюцию пропашного культиватора в направлении точного земледелия, автоматизации и ресурсосбережения. Обновленная версия агрегата Flexcare V, чей серийный запуск намечен на 2026 год, позиционируется как высокотехнологичный многофункциональный комплекс. Главное инженерное обновление — пневматическая дозирующая система, которая вместе с фронтальным бункером Amico обеспечивает одновременное переменное внесение гранулированных удобрений в процессе междурядной обработки.

Комбинируя GPS-навигацию, ISOBUS и секционный контроль, решение сокращает число проходов по полю и оптимизирует норму питания, равномерно распределяя питательные элементы непосредственно в корнеобитаемый горизонт.

Руководствуясь императивами современной агроэкологической парадигмы, инженерным составом компании Röttinger был целенаправленно спроектирован облегчённый тыльный бороновальный модуль, оснащённый зубовой гарнитурой, функциональное назначение которого состоит в механическом вычёсывании подрезанных сорняков. Принципиально важно, что данная техническая разработка инициирует принудительную экспозицию извлечённой фитомассы непосредственно на дневную поверхность поля, где реализуется её ускоренная десикация под воздействием естественных факторов, — метод, по праву считающийся краеугольным приёмом в структуре нехимической, гербицидонезависимой стратегии контроля сеgetальной растительности.

В свою очередь, культиватор Flexcare V подвергся радикальной конструктивной модернизации, ориентированной на длительное

функционирование в экстремальных агрофизических сценариях. Так, применительно к переуплотнённым почвенным горизонтам были имплементированы усиленные пружинные лапы качающегося типа, поверхность которых усилена износостойким карбидным слоем. Следует констатировать, что синергия высокой пенетрационной способности и многократно пролонгированного эксплуатационного ресурса данных рабочих органов закономерно приводит к кумулятивному сокращению совокупных логистических и амортизационных издержек. Наряду с этим агрегат сохраняет базовую модульную архитектурную концепцию: реконфигурация межрядкового расстояния и замена функциональных органов осуществляются без привлечения какого-либо специализированного инструментария. С целью предельной рационализации означенных перенастроек был интегрирован инновационный веб-ориентированный ассистент Row Crop Assist (см. рисунок 1). Данный цифровой алгоритмический комплекс предоставляет оператору возможность селективного подбора оптимальной конфигурационной схемы культиватора для обширного спектра культур – от классических зерновых колосовых до тыквенных, – что, в конечном счёте, наделяет машину выдающейся адаптационной пластичностью в рамках высокодинамичных севооборотных циклов. Таким образом, экологическая ориентированность агрегата оказывается диалектически взаимосвязанной с его цифровой гибкостью, кристаллизуя концепцию предиктивного точного земледелия.



Рисунок 1 – Pöttinger Row Crop Assist

Обновляя линейку агрегатов для обработки почвы модельного 2027 года, производитель внедряет решения, масштабируемые под агропредприятия любого формата. Центральным релизом стал выпуск двухсекционных высокоскоростных дисковых борон (High-Speed Disk) с захватом 15, 19, 22 и 25

футов. Новинки удовлетворяют запрос фермеров, стремящихся к выработке и качеству рыхления, характерным для тяжёлых комплексов, но требующим компактного исполнения для мелкоконтурных полей, транспортных ограничений и тракторов с меньшей мощностью. Агрегаты штатно оборудуются интерфейсами ISOBUS и датчиками, упрощающими интеграцию с автономными системами управления и поддержкой облачных агрономических платформ для анализа данных урожайности.

Корпорация John Deere поступательно пополняет портфель агромашин, изначально адаптированных к полностью автономной эксплуатации. В 2026-м функция автопилотируемого вождения реализуется для глубокорыхлителя 2730 Combination Ripper (см. рисунок 2), а также для 64- и 69-футовых исполнений полевого культиватора 2230 Field Cultivator. Данный управленческий вектор призван нивелировать дефицит квалифицированной рабочей силы и одновременно повысить агрономическую продуктивность операций. Земледельцы, оснащённые тракторами с опцией Autonomy, смогут передать алгоритмам энергоёмкие технологические проходы, сосредоточившись на тактическом мониторинге хозяйства. Дополнительно John Deere выпускает комплекты Precision Upgrade, модернизирующие выпущенные после 2016-го 2730-е орудия, позволяя пользователям интегрировать цифровые технологии в существующий машинно-тракторный парк, тем самым страхуя капиталовложения. Так повышается экологическая устойчивость пашни за счёт оптимизации.



Рисунок 2 – Глубокорыхлитель 2730 Combination Ripper

Чешская компания-изготовитель BEDNAR FMT демонстрирует четкую отраслевую специализацию и системный инженерный подход к решению агротехнологических задач. На профильных выставках и в информационных

материалах бренда активно презентуются модернизированные агрегаты, рассчитанные как на интенсивную предпосевную обработку, так и на соблюдение актуальных экологических регламентов. Так, обновленное семейство культиваторов FENIX FO GEN II получило усиленную раму с болтовым креплением стоек вместо сварных швов и энергонасыщенную гидропредохранительную систему Auto-Reset с моментом срабатывания 660 кг, что обеспечивает стабильность на каменистых почвах и высокую производительность.

В контексте доминирующей индустриальной тенденции к консолидации технологических процессов следует отметить, что дисколаповые культиваторы модели ACTROS RO GEN II опционально комплектуются интегрированным бункером для удобрений вместимостью 2800 литров. Данное обстоятельство служит наглядным эмпирическим подтверждением общеотраслевого тренда на совмещение операций, закладывая основу для рассмотрения более сложных почвообрабатывающих агрегатов компании BEDNAR.

Флагманским образцом в ассортименте производителя, серийно доступным сельхозтоваропроизводителям, выступает дисковый культиватор SWIFTERDISC XN_Z. Прежде всего, данное орудие наглядно иллюстрирует, каким образом современная механика почвообработки адаптируется к дифференцированным агротехническим регламентам и императивам экологической безопасности.

В свою очередь, электронная система дозирования VOGELSANG, укомплектованная высокоточными расходомерами, реализует прецизионное распределение питательных элементов по всей ширине захвата. В конечном счёте, подобная архитектура способствует рациональному ресурсопользованию и пролонгирует срок эффективной эксплуатации техники.

Следовательно, сегмент современных культиваторов образца 2026 года формирует весьма многослойную структуру. С одной стороны, перед нами универсальные агрегаты, например Pöttinger Flexcare V, которые благодаря модульным рамам и цифровым калибровочным сервисам трансформируются под обширный спектр операций. С другой стороны, бренды вроде BEDNAR выводят на рынок узкоспециализированные комплексы (SWIFTERDISC XN_Z) для выполнения таргетированных, но жизненно необходимых процессов, к примеру, агрорециркуляции биомассы животноводства с наибольшей выгодой для агрогрунта и биосферы. И, конечно, корпорации калибра John Deere внедряют в систему почвообработки автономные алгоритмы, прокладывая траекторию к smart-фермерству, где человеческий ресурс задействуется лишь для мониторинга и стратегического управления. Все перечисленные векторы преследуют единую задачу: сделать каждый проход агрегата максимально эффективным, рентабельным и экоустойчивым, при одновременном снижении углеродного следа и общих трудозатрат операторов.

Библиографический список

1. Теоретические исследования культиваторов для окучивания картофеля с пассивными рабочими органами / А. В. Шемякин, Ж. В. Даниленко, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 174-181.
2. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 48-55.
3. Перспективные технические решения для внесения удобрений при возделывании картофеля / В. С. Тетерин, Н. В. Липатов, М. Ю. Костенко [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2024. – 165 с.
4. Разработка шнекового дозирующего устройства твердых минеральных удобрений / М. Ю. Костенко, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 5(311). – С. 16-21.
5. Анализ урожайности картофеля при обработке семян туманом биопрепаратов / А. В. Шемякин, И. Н. Горячкина, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 139-147.
6. Влияние предпосадочной обработки клубней на урожайность картофеля / И.С. Питюрина, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. 2021. № 4 (46).
7. Иванов, Б. Л. Повышение эффективности химической защиты растений с применением оригинальных форсунок / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики: Научные труды II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 25-26 января 2022 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. - С. 128-133.
8. Исследование работы генератора горячего тумана при обработке стеблестоя / М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, И. Н. Горячкина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротех-нологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 4(44). - С. 87-92.
9. Модернизированный прицепной агрегат малообъемного опрыскивания / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, Т. Хохмут, А. В. Дмитриев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01-03 июля 2021 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. - С. 199-204.
10. Оценка распределения капель дезинфицирующей жидкости по обрабатываемой поверхности / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, А. И. Рудаков, М.

А. Лушнов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 3(54). - С. 103-107.

11. 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.

12. 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, Г. К. Рембалович, Р. В. Безнасюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

13. Инновационные процессы и устройства для "бережной" сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [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.

14. 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 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2014. – С. 141-142.

15. Инновационные решения уборочно–транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г. К. Рембалович, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [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.

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

17. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, Г. Д. Кокорев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 72-74.

18. 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. А. Успенский, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

19. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

20. Кирюшин, И. Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины / И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 1(21). – С. 112-114.

21. Кутыраев, А. А. Методы и средства минимизации повреждения при хранении и уборке картофеля / А. А. Кутыраев, А. С. Колотов // 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 РФСР, академика РАГ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 110-116.

22. История развития техники для уборки картофеля / И. А. Успенский, С. Н. Борычев, И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Сельский механизатор. – 2013. – № 5. – С. 4-5.

23. 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.

24. Старовойтов, В. И. Особенности технологии и машины для возделывания топинамбура / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Сельский механизатор. – 2015. – № 11. – С. 4-5.

*Гаджиев П.И., доктор техн. наук, профессор,
Сивцов В.Н., канд. техн. наук, доцент,
Григорьев М.В., аспирант*

*ФГБОУ ВО Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
«Российский государственный университет народного хозяйства
имени В.И. Вернадского», г. Москва, РФ*

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ И ТЕХНИКИ МТП

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы к повышению требований к анализу технологий, экологической безопасности, на то, как они работают, используемые и находящиеся в разработке. Соотношение с производственными показателями. Именно комплексный анализ, помогает нам понять, как двигаться к внедрению ресурсосберегающих решений при ремонте и техническом обслуживании МТП. Влияние загрязнений на ресурс МТП. Подразделение загрязнений и использование СМС. Для улучшения экологических показателей, условий труда, снижения материальных и трудовых затрат МТП при комбинированных способах. Перспективы: необходимо расширить и углубить дальнейшие исследования с целью повышения эффективности процессов мойки.

В современных условиях, требуется повышенное внимание экологичности окружающей среды, затраты (материалов и энергии) при очистке деталей сельскохозяйственной техники. Дает нам понимание инновационных, ресурсосберегающих методов при ремонте и техническом обслуживании МТП в целом.

На данный момент имеются разные методы очистки деталей в зависимости от загрязнения поверхности изделий.

Сейчас существует множество способов очистки деталей, подбираемых в зависимости от типа загрязнения. Особенно остро эта проблема стоит для сельхозтехники, где даже небольшие остатки грязи сокращают срок службы детали на 20-30 %. В настоящее время методы очистки часто не справляются с трудноудаляемыми загрязнениями (ржавчина, старая краска), которые составляют примерно десятую часть поверхности деталей, не обеспечивая нужного качества.

Последние научные труды подтверждают значительный исследовательский интерес к вопросам очистки компонентов в циклах производства и восстановления. Широкомасштабные изыскания, проводимые в данной сфере, охватывали разнообразные аспекты. К примеру, И.В. Фадеев исследовал методы улучшения процессов моечных работ для автомобилей в аграрном секторе, а Е.В. Митрохина представила пути оптимизации этих процессов. Ю.С. Козлов [2] провел комплексное изучение режимов очистки в машиностроительной отрасли и на транспорте. Другие ученые, в частности М.Ф. Тельнов [1], занимались технологиями очистки сельскохозяйственного

оборудования, тогда как Р.И. Силин разрабатывал вибрационные системы с применением гидропульсаторов. Н.А. Сивченко посвятил свою работу созданию аппаратуры для очистки небольших деталей. Также пристальное внимание уделялось ультразвуковым и абразивным методам очистки, равно как и конструкции емкостей для деталей различных габаритов, что стало предметом исследований А.А. Андилахаия и А.В. Шистеева [3]. Дополнительно, А.В. Илюхин, А.М. Колбасин и П.А. Цепкин изучали возможности применения ультразвуковой очистки в различных производственных сценариях. При достижении завершения исследования намеченной цели, нужно выполнить следующие задачи. 1. Оценить резервы для совершенствования процесса очистки деталей. 2. Достичь улучшения частоты и коррозионной стойкости деталей, путем модификации моющего раствора, введении специальных добавок. 3. Проведение экспериментов, на концентрацию активирующих добавок, влияющие на антикоррозионные характеристики синтетических моющих средств, а так же выявление наилучших способов. 4. Разработаем математическую модель, для прогнозирования качества очистки от изменяемых параметров мойки и их взаимопонимания. 5. Провести промышленное тестирование, чтобы оценить ее экономическую эффективность и обоснование внедрения.

Загрязнения можно классифицировать по двум главным типам: техногенным (дорожная пыль, сажа, накипеобразные отложения) и производственным (металлическая стружка, окалина, шлаки). Кроме того, классификация возможна по физическим свойствам, адгезии и источнику образования. Для эффективной очистки критически важно не только уменьшать или предупреждать образование загрязнений (например, путем добавления ингибиторов или нанесения защитных покрытий), но и применять действенные технологии их удаления. В настоящее время существует много методов очистки: электромеханический, физико-химический, ультразвуковые, химические, механические, термические. В аграрном секторе доминируют физико-химические методы, мойка под струей воды или полное погружение. В этих процессах используют синтетические моющие средства [4,6,8], например, "Лабомид" или "Темп" и др. Эти порошкообразные составы состоят из поверхностно-активных веществ (ПАВ) растворители и эмульгаторы. Эффективность обусловлена растворением, притягивая к себе, разбивая на мелкие частицы и смешивая с водой загрязнения. Однако применение таких средств часто требует значительных энергетических затрат на нагрев и не всегда обеспечивает оптимальную эффективность. Физико-химические моечные системы включают в себя установки высокого давления (струйные, пароводоструйные), моечные камеры (с использованием вибрации или без нее) и погружные ванны, где жидкости могут перемешиваться различными способами, такими как платформы, винты или ультразвук [6,7].

Мойка это сложный процесс, можно описать как многоступенчатую систему, где используют физические и химические методы. Он состоит из трех этапов. 1. Иницирование: Сначала смачивают детали моющим раствором с ПАВом. 2. Удаление: Затем грязь удаляется благодаря таким механизмам как

растворение, эмульгирование и дисперсирование действующее на границе раздела. 3. Очистка и поддержание чистоты: Удаление загрязнений в растворе, предотвращение повторного осаждения и удаление в растворенном виде дисперсии или эмульсии.

Первоначальный этап очистки - сначала нужно смочить поверхность. Установление контакта с соприкосновение жидкости с загрязнением. Эффективность моющего средства зависит от прилипания жидкости с поверхностью. Для борьбы с жирными загрязнениями должны применяться поверхностно-активные вещества и специальные добавки. Применение в моющих растворах добавок с высокими смачивающими свойствами, снижающие краевой угол, повышают качество очистки деталей θ

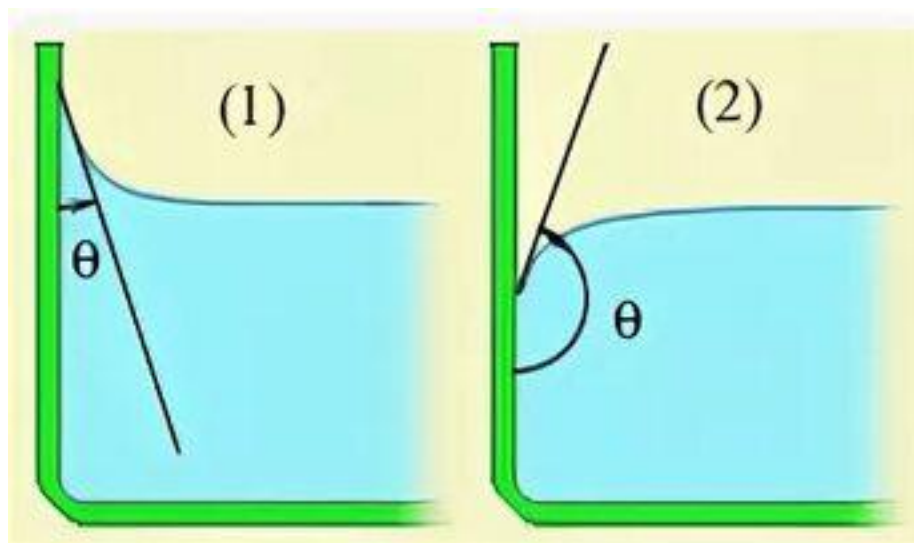


Рисунок 1 – Мениски жидкости: 1 – смачивающей (вогнутый),
2 – не смачивающей (выгнутый)

При взаимодействии СМС с водой, происходит химическая реакция, запускает образование обильной пены. Которая играет ключевую роль, она собирает и захватывает всю грязь, которая есть в воде и на том, что вы моете. Количество пены зависит от количества моющего вещества (ПАВ). Негативно сказываются на качестве мойки, как дефицит, так и избыток пены.

Для эффективной мойки нужно учесть несколько важных факторов, интенсивность механического воздействия, а также концентрация поверхностно-активных веществ, какая температура воды при мойке. Для оптимизации результатов мойки, необходимо управлять этими переменными. Если мы меняем что-то одно, нужна коррекция остальных параметров, чтобы избежать ухудшения качества очистки. На рис. 2 приведена схема влияния параметров мойки на степень очистки деталей.

Для правильного подбора моющего средства, которое полностью удалит загрязнения и не повредит деталь, необходимо определить её материал, вид загрязнения и pH моющего средства (рис. 3).

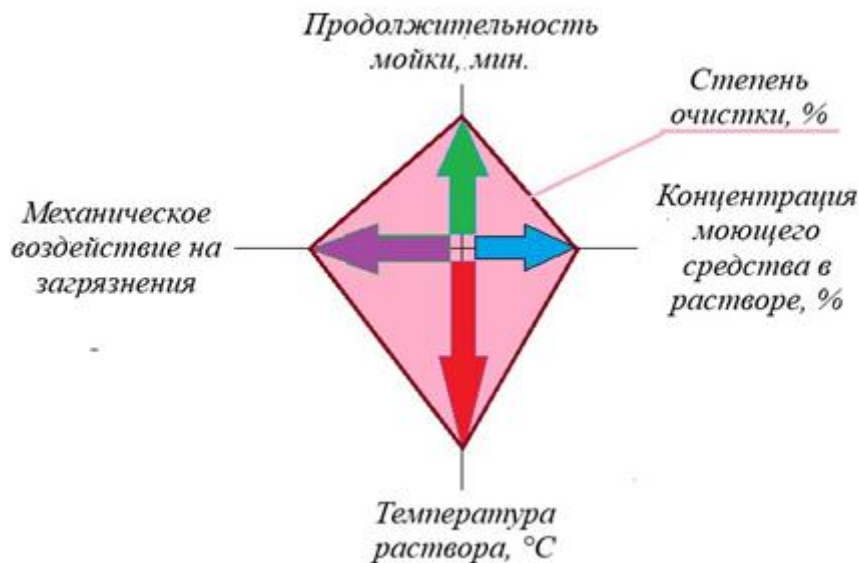


Рисунок 2 – Схема влияния параметров мойки на степень очистки деталей

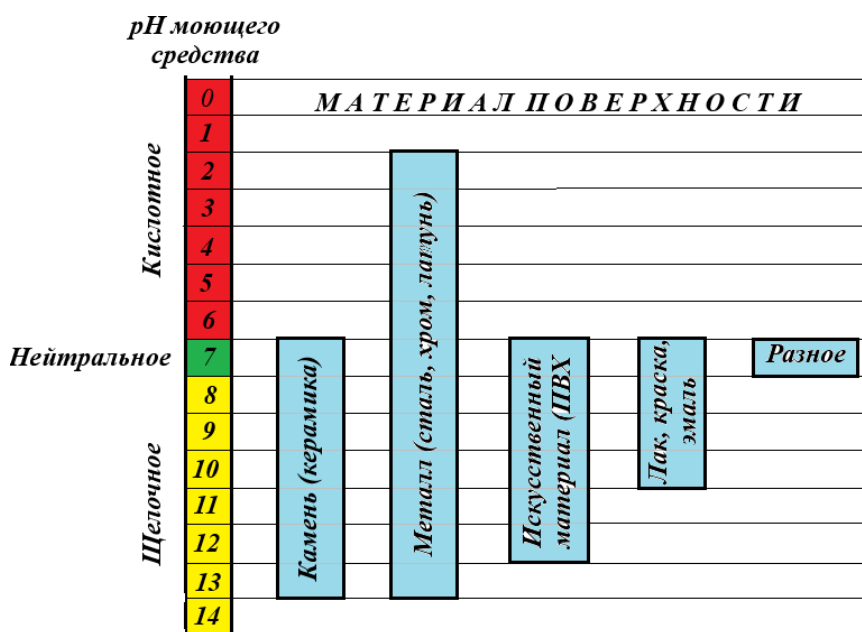


Рисунок 3 – Материал, вид загрязнения и pH моющего средства

Главные показатели параметров моющего средства – это насколько хорошо, оно очищает и защищает от коррозии. Это можно понять по уровню удаления загрязнений с обрабатываемых поверхностей и как долго детали остаются не тронутыми после обработки.

Степень очистки ($C_{оч.}$) поверхностей часто оценивается визуально, но для количественной оценки можно воспользоваться весовым (гравиметрическим) методом с использованием формулы:

$$C_{оч.} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100 \%$$

M_1

где M_1 – масса загрязнения на испытуемых образцах, г;
 M_2 – масса оставшегося загрязнения на очищаемых образцах после мойки,
г.

При использовании эффективных моющих растворов для очищения деталей проблемой может стать коррозия. Это связано с некачественной мойкой, низкая коррозионная стойкость, обусловленная применением моющих растворов, так и в период хранения. Противокоррозионная защита поверхности детали, создаётся при образовании защитного слоя.

Приведение анализа разработки ученых дает основание, что для повышения эффективности процесса очистки деталей и оптимизации ресурсных затрат при обслуживании агрегатов МТП. Предлагается использовать комбинированный способ мойки. Это поможет сократить расходы и найти идеальные условия процесса мойки.

Библиографический список

1. Тельнов, Н.Ф. Технология очистки сельскохозяйственной техники / Н.Ф. Тельнов. – М: Колос, 1983.-256 с.
2. Козлов, Ю.С. Очистка автомобилей при ремонте / Ю.С. Козлов. – М.: Транспорт, 1981.-151 с.
3. Петрик, Д. Ю. Факторы интенсификации процессов очистки деталей в погружных моечных машинах (на примере ультразвукового метода очистки) / Д. Ю. Петрик, В. М. Корнеев, В. Ю. Петрик // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 1(127).
4. Юдин, В. М. Проблемы очистки машин и оборудования при современных формах хозяйствования и их решение / В. М. Юдин. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 1996. – 34 с.
5. Кулаков, Ю.М. Отделочно-зачистная обработка деталей / Ю.М. Кулаков, В.А. Хрульков. – М.: Машиностроение, 1979. - 216 с.
6. Технический сервис в сельском хозяйстве / П.А. Андреев, В.М. Баутин, В.Ю. Грицык и др. Под общ. ред. В.И Черноиванова. - М., 1993.-48 с.
7. Чванов, К.Г. Старение моющих растворов, их контроль и корректировка на сельскохозяйственных ремонтных предприятиях : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / К.Г. Чванов. - М., 1984. - 15 с.
8. Мирошниченко, А.Н. Перспективы внедрения ресурсосберегающих технологических процессов и оборудования для очистки машин при ремонте. Передовой научно производственный опыт в инженерно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса, рекомендуемые для внедрения (сер. техническое обслуживание, ремонт машинно-тракторного парка и оборудования) / А.Н. Мирошниченко, В.М. Юдин, В.И. Башкирцев // Научно-технический информационный сборник. – М.: 1990. Вып. 6.- С. 1-15.

9. Грунтовка как консервационное покрытие сельскохозяйственной техники / А. И. Ушанев, Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвузовский сборник научных трудов. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2017. – С. 537-548.

УДК 621.878.4

*Мошин А.М., аспирант 3 курса,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ
Гаджиев П.И., доктор техн. наук, профессор,
Рамазанова Г.Г., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
«Российский государственный университет народного хозяйства
имени В.И. Вернадского», г. Москва, РФ*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МИНИ ПОГРУЗЧИКОВ

Современный мини-погрузчик уже не рассматривается лишь как агрегат для транспортировки сыпучих материалов.

В настоящее время данный тип техники позиционируется в качестве многофункциональной мобильной платформы, обладающей высокой степенью адаптивности к широкому спектру сменных навесных орудий. С конструкторской точки зрения, всё многообразие представленных на рынке моделей принципиально сводится к двум базовым кинематическим схемам. К первой группе относятся машины, реализующие бортовой поворот посредством раздельного привода на мотор-колёса левого и правого бортов, что позволяет осуществлять маневрирование с нулевым радиусом разворота. Второй фактор представлен шарнирно-сочленёнными погрузчиками, чья компоновочная схема заимствует автомобильный принцип складывания полурам. При этом выбор между колёсным и гусеничным двигателем детерминирован эксплуатационными условиями: колёсные версии, в свою очередь, демонстрируют высокие транспортные скорости и превосходную манёвренность на твёрдых покрытиях, тогда как гусеничные модификации обеспечивают значительно большую опорную проходимость на слабонесущих грунтах и минимизируют негативное воздействие на структуру дернового покрова.

Вместе с тем, в качестве доминирующих направлений дальнейшей эволюции подобных машин следует выделить совершенствование силовой гидравлики и пространственной кинематики рабочего оборудования. Производители предлагают два принципиально различающихся режима подъёма полезной нагрузки, а именно радиальный и вертикальный. Радиальная траектория, с одной стороны, наиболее релевантна для выполнения экскавационных задач, когда требуется достижение пикового вырывного

усилия непосредственно у поверхности грунта. С другой стороны, вертикальный подъём представляется незаменимым при осуществлении циклических погрузочно-разгрузочных операций, поскольку он обеспечивает строго вертикальное позиционирование паллетированных грузов и безопасное манипулирование на значительной высоте. Наглядной иллюстрацией технологического прогресса могут служить погрузчики с вертикальным типом кинематики, в частности модель Caterpillar 262D3, у которой геометрическая высота подъёма оси ковшевого пальца достигает 3172 мм, что гарантирует беспрепятственную загрузку даже высокорамных самосвалов.

Примечательно, что параллельно с этим производители последовательно наращивают энерговооружённость техники, применяя турбонаддувные двигатели таких авторитетных производителей, как Yanmar, Kubota или Cat (рис. 1), и доводя мощность до 74 л.с. в рамках компактной габаритной архитектуры. Наряду с этим, стратегическим приоритетом остаётся высокая ремонтпригодность машин. В частности, использование аксиально-поршневых гидронасосов и пропорциональных гидрораспределителей от ведущих мировых поставщиков в сочетании с армированными рамами из высокопрочной конструкционной стали объективно ориентировано на обеспечение продолжительного жизненного цикла ресурсоёмкой техники даже в режиме экстремально интенсивной повседневной эксплуатации на строительных и коммунальных объектах.



Рисунок 1 – Мини погрузчик CAT

Необходимо подчеркнуть, что за прошедшее десятилетие вектор потребительских предпочтений претерпел фундаментальную трансформацию: если ранее доминирующими критериями выбора являлись исключительно номинальная грузоподъёмность и стоимостный показатель, то в настоящее время приоритетное значение приобретают эргономические характеристики рабочего поста оператора и глубина интеграции интеллектуализированных

систем административного контроля. Современные эмпирические исследования неопровержимо свидетельствуют о наличии прямой корреляционной зависимости между производительностью персонала и уровнем нервно-мышечной утомляемости, вследствие чего изготовители целенаправленно имплементируют конструктивные решения, призванные радикально нивелировать биомеханическую нагрузку.

Данная инновация, впервые предложенная в рассматриваемом классе техники, позволила реализовать функции автоматического регулирования поперечного уклона и прецизионного дозирования усилий при эксплуатации сложных агрегатов, таких как гидромолоты и дорожные фрезы. Так, в конструкции мини-погрузчика ПМ-1000 производства ивановского завода «Профессионал» использована двухдвойстиковая схема, в рамках которой левый манипулятор отвечает за движение шасси, а правый – за рабочее оборудование; подобная архитектура интуитивно прозрачна и способствует существенному сокращению непроизводительных психофизиологических затрат.

Ключевым компонентом современной специальной техники стала телематическая инфраструктура. Интеграция IoT-модулей дистанционного мониторинга, примером которой выступает платформа Vermeer Fleet, предоставляет диспетчерско-механическому персоналу онлайн-доступ к геопространственным координатам (GPS/ГЛОНАСС), счётчику моточасов, диагностическим кодам (DTC) по шине CAN и предиктивным уведомлениям о необходимости проведения планового технического обслуживания. Взятая в совокупности, облачная Fleet Management Platform с открытыми API и интегрированными электронными каталогами запасных частей трансформирует мини-погрузчик в полноправный узел цифровой экосистемы строительной либо коммунальной площадки, генерируя массивы Больших данных для оптимизации циклов загрузки и удельного расхода горюче-смазочных материалов.

Следует констатировать, что отток западных брендов с российского рынка сформировал беспрецедентное по масштабу окно импортозамещения для национального машиностроительного комплекса, причём мониторинг новейших инженерных решений неопровержимо свидетельствует о том, что отрасль демонстрирует способность к оперативной капитализации этого ресурса. Принципиально важно, что отечественные конструкторские бюро, отказываясь от стратегии примитивного копирования зарубежных аналогов, целенаправленно создают изделия, изначально спроектированные в соответствии с жёсткими национальными эксплуатационными нормативами.

В частности, Ковровский электромеханический завод, институционально входящий в дивизиональную структуру Госкорпорации «Ростех», последовательно расширяет модельный ряд мини-погрузчиков семейства АНТ, инженерные решения которых гарантируют штатную работоспособность в экстремально низких температурных режимах, вплоть до минус 40 °С. Более того, данные машины уже утвердились в статусе базовой специализированной техники для коммунальных операторов Москвы и Санкт-Петербурга. На

платформе АНТ-1000, в свою очередь, активно формируются инновационные роботизированные комплексы дистанционного управления, тогда как параллельно предприятие осваивает технологии электрической трансмиссии, о чём наглядно свидетельствует опытный образец АНТ-1000Е. Характерно, что благодаря минимальному акустическому фону последний допускает безопасную ночную эксплуатацию в условиях плотной городской застройки.

Не менее выразительным примером служит ивановский завод «Профессионал», исторически доминирующий в сегменте навесного агрегатирования (с долей, достигающей 80 %) и запустивший крупносерийное производство собственной модели мини-погрузчика с бортовым поворотом ПМ-1000. Данная машина оснащается закрытой гидростатической трансмиссией высокого давления, системой быстрой смены рабочих органов и управляющей CAN-шиной, обеспечивающей расширенные возможности диагностики и сервисного обслуживания. В качестве силового агрегата используется лицензированный дизельный двигатель Минского моторного завода мощностью 81,5 л.с., который позволяет поднимать грузовой пакет массой 1 тонна на высоту 2850 мм – показатель, принадлежащий к высшему уровню в своей категории. Наряду с этим, заслуживает упоминания антиадгезионная геометрия ковша, исключая налипание грунта и тем самым непосредственно повышающая цикловую производительность.

Сходную инновационно ориентированную траекторию демонстрирует и «Кургандормаш», предложивший рынку телескопический мини-погрузчик Scarab-2500 с шарнирно-сочленённым модулем, 80-процентной степенью локализации и отечественным дизельным двигателем «Равин». Таким образом, совокупность приведённых фактов убедительно указывает на системный характер процессов импортозамещения и подтверждает формирование устойчивого тренда на создание техники, адаптированной к специфическим условиям эксплуатации.

Грузовой рейтинг 2500 кг при собственной массе 2700 кг и холодостойкость до -40°C делают модель серьёзным соперником китайскому импорту.

Несмотря на очевидные успехи отечественных производителей, положение на рынке остается крайне напряженным. Парадокс ситуации заключается в том, что импортная техника, в первую очередь китайская, продолжает оказывать сильнейшее давление на цены и объемы продаж. Укрепление рубля в отдельные периоды 2025 года делало ввозимую технику более доступной по соотношению цены и характеристик, что оттягивало часть потенциальных покупателей от российских заводов.

Библиографический список

1. Анализ эксплуатационной надежности технических средств для уборки картофеля / Г. К. Рембалович, Д. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский // Машинно-технологическая станция. – 2009. – № 6. – С. 34-35.

2. Овчинникова, Е. Ю. Современное состояние вопросов механизации погрузочно-разгрузочных работ в садоводческих хозяйствах / Е. Ю. Овчинникова, И. А. Успенский, И. А. Юхин // 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 209-213.
3. Зависимость стратегий ремонта машин от условий их эксплуатации / В. И. Карагодин, А. Ю. Горелов, А. А. Солнцев [и др.] // Транспорт на альтернативном топливе. – 2024. – № 3(99). – С. 62-72.
4. Возможности повышения эффективности уборочно-транспортного процесса плодоовощной продукции / И. А. Успенский, И. А. Юхин, В. А. Шафоростов, С. А. Креков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 110. – С. 1313-1328.
5. Совершенствование технического сервиса грузовых автомобилей для АПК / М. Э. Немытов, Ж. Г. Усманова, Е. А. Шамбазов, Д. М. Юмаев // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 335-336.
6. Обзор саморазгружающихся технических средств для погрузки-разгрузки картофеля / Д. М. Юмаев, О. В. Филюшин, А. И. Ушанев, Е. А. Шамбазов // 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. 76-83.
7. Обеспечение рациональных грузоперевозок автотракторным транспортом / А. И. Ушанев, О. В. Филюшин, 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. 122-128.
8. Использование погрузчиков в сельском хозяйстве / Е. В. Бондаренко, Е. Е. Подольская, А. Б. Иванов, М. В. Дулясова // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 10(328). – С. 15-18.
9. Горелов, А. Ю. Адаптация сервисного сопровождения к парку машин и условиям их эксплуатации (на примере одноковшовых фронтальных погрузчиков) : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горелов Алексей Юрьевич, 2024. – 202 с.

10. 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.

11. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Д. С. Рябчиков [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 2060-2075.

12. Анализ внутривозвратных перевозок сельскохозяйственной продукции / Н. В. Аникин, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [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.

13. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства / Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 2(33). – С. 38-40.

14. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 6-12.

15. Бортник, А. В. Устройства для сцепки машинно-тракторного агрегата с навесным оборудованием / А. В. Бортник, О. В. Филюшин, А. С. Колотов // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники, Рязань, 12 октября 2020 года / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 12-17.

16. Филюшин, О. В. Использование специального прицепа с гидравлическими надставными бортами для перевозки картофеля / О. В. Филюшин, А. С. Колотов, И. А. Успенский // 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. 330-334.

17. Influence of the droplet size on the uniformity of the distribution of protective material over the surface of agricultural machinery / A. I. Ushanev, I. A. Uspenskiy, I. A. Yukhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. Vol. 488. – Stavropol, 2020. – P. 012048.

18. 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 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 261-264.

19. Анализ методов разработки технических систем / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Сборник научных статей по материалам III Международной научной конференции, Саратов, 28–29 октября 2016 года / Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. – Саратов: ИД "Райт- ЭКСПО", 2016. – С. 74-78.

20. Безопасность транспортных перевозок / А. И. Ушанев, О. В. Филюшин, А. А. Желтоухов [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. Старовойтов, В. И. Особенности технологии и машины для возделывания топинамбура / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Сельский механизатор. – 2015. – № 11. – С. 4-5.

УДК 631.313.02

*Успенский И.А., доктор техн. наук, профессор,
Колотов А.С., канд. техн. наук, доцент,
Ушанев А.И. канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ДИСКОВЫХ БОРОН

Современное сельское хозяйство предъявляет высокие требования к почвообрабатывающей технике, и сегмент борон является ярким отражением данной тенденции.

Отрасль переживает качественную трансформацию: от простых орудий к высокотехнологичным многофункциональным агрегатам.

Базовый критерий универсальности и ресурсной эффективности формирует архитектуру новейших дисковых борон.

Принципиальная архитектура современных почвообрабатывающих орудий подчинена императиву достижения предельной производительности при минимизации числа технологических проходов, что, в свою очередь, интенсифицирует выполнение полевых операций в рамках жёстко лимитированных агрофоновых интервалов и ведёт к ощутимой оптимизации себестоимости сельскохозяйственного производства. В контексте задачи наращивания интегральной выработки необходимо особо выделить, что значимым параметром остаётся удельное тяговое сопротивление агрегата. Вполне закономерно, что актуальные модели борон демонстрируют успешную сочетаемость с тракторами малой мощности, благодаря чему обеспечивается сокращение расхода горючего без заметных потерь технологической эффективности, при безусловном сохранении качества обработки почвенного профиля и его структурной однородности.

Вместе с тем наглядным воплощением синергии вышеперечисленных конструктивных принципов становится тотальная интеграция комбинированных орудий. Всё более широкое распространение получают дисковые бороны, дополнительно оснащаемые вспомогательными модулями, такими как выравнивающие планки и широкая номенклатура прикатывающих катков.

Накопленный массив экспериментальных агрономических данных неопровержимо доказывает, что использование орудий с корректно выбранным типом прикатывающего катка целенаправленно инициирует образование мелкокомковатой структуры пахотного горизонта, наиболее благоприятной для последующего протекания вегетационных фаз.

Наряду с этим, инженерная мысль в области почвообрабатывающей техники непрерывно эволюционирует в направлении совершенствования, как конфигурации, так и пространственной компоновки дисковых рабочих органов. В частности, монтаж пары дисков на единой стойке, обеспечивая увеличенный вертикальный клиренс для беспрепятственного прохождения валков пожнивных остатков, одновременно кратно снижает риск технологического забивания орудия. Кроме того, внедрение дисков увеличенного диаметра с выражено агрессивным углом атаки расширяет диапазон обработки, обеспечивая возможность рыхления на глубину до 18 см.

Следует особо подчеркнуть, что для экстремально тяжёлых эксплуатационных режимов разработаны специализированные модели, в которых форсированное прижимное усилие гарантирует стабильное заглубление рабочих органов без ухудшения качественных показателей обработки, причем на высокоскоростных режимах достигается глубина до 30 см.

Не менее значимым стратегическим приоритетом в отечественном аграрном машиностроении остаётся повышение эксплуатационной надёжности

и ценовой доступности выпускаемой техники. Благодаря целенаправленной государственной политике импортозамещения, подкреплённой системными мерами господдержки, промышленные предприятия обрели реальную возможность выводить на рынок машины, сопоставимые по энергоэффективности и ресурсоёмкости с передовыми зарубежными образцами. Определяющую роль в данном аспекте сыграло освоение высокопрочной конструкционной стали марки ALFORM, применение которой обеспечило радикальное повышение ударной вязкости, усталостной долговечности и совокупного эксплуатационного ресурса критически нагруженных узлов. В качестве наглядной иллюстрации практической реализации указанной стратегии можно привести производственный комплекс завода «Плотовское», где развёрнут серийный выпуск линейки из восьми моделей борон, целенаправленно оптимизированных под специфические региональные агротехнологические условия, детерминируемые локальными особенностями климата и почвенного покрова.



Рисунок 1 – Борона дисковая

Появляются элементы точного земледелия. Бороны оснащаются датчиками контроля глубины обработки и системами телеметрии, передающими данные о работе агрегата в диспетчерский центр.

Главная цель эволюции борон – достижение максимального агрономического эффекта при минимизации затрат труда, времени и горючего.



Рисунок 2 – Борона с интегрированными системами точного земледелия

Выбор конкретного типа и модели зависит от множества факторов и условий, однако общие тенденции показывают, что наиболее выгодно себя показывают универсальные и энергоэффективные агрегаты, оснащенные интеллектуальными системами для качественного проведения операций, что позволяет аграриям стабильно получать высокий урожай независимо от тяжести условий обработки.

Библиографический список

1. Теоретические исследования культиваторов для окучивания картофеля с пассивными рабочими органами / А. В. Шемякин, Ж. В. Даниленко, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 174-181.
2. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов, С. Н. Борячев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 48-55.
3. Перспективные технические решения для внесения удобрений при возделывании картофеля / В. С. Тетерин, Н. В. Липатов, М. Ю. Костенко [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2024. – 165 с.
4. Разработка шнекового дозирующего устройства твердых минеральных удобрений / М. Ю. Костенко, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 5(311). – С. 16-21.

5. Анализ урожайности картофеля при обработке семян туманом биопрепаратов / А. В. Шемякин, И. Н. Горячкина, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 139-147.

6. Влияние предпосадочной обработки клубней на урожайность картофеля / И.С. Питюрина, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. 2021. № 4 (46).

7. Иванов, Б. Л. Повышение эффективности химической защиты растений с применением оригинальных форсунок / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики: Научные труды II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 25-26 января 2022 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. - С. 128-133.

8. Исследование работы генератора горячего тумана при обработке стеблестоя / М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, И. Н. Горячкина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротех-нологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 4(44). - С. 87-92.

9. Модернизированный прицепной агрегат малообъемного опрыскивания / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, Т. Хохмут, А. В. Дмитриев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01-03 июля 2021 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. - С. 199-204.

10. Оценка распределения капель дезинфицирующей жидкости по обрабатываемой поверхности / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, А. И. Рудаков, М. А. Лушнов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 3(54). - С. 103-107. [10.12737/article_5db969d80165a4.44685655](https://doi.org/10.12737/article_5db969d80165a4.44685655).

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. Снижение загрязнений окружающей среды выбросами ДВС / И. А. Успенский, И. А. Юхин, А. С. Колотов, А. И. Ушанев // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 4-5.

13. Кирюшин, И. Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины / И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 1(21). – С. 112-114.

14. Колотов, А. С. Исследование работы модернизированного картофелекопателя / А. С. Колотов, И. А. Успенский, И. А. Юхин //

Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 15–16 сентября 2015 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. Том Часть 1. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. – С. 263-266.

15. Колотов, А. С. Обоснование параметров почвозацепов дисков комбинированных подкапывающих органов картофелеуборочных машин : специальность 05.20.00 "Процессы и машины агроинженерных систем" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. С. Колотов. – Рязань, 2015. – 140 с.

16. Филюшин, О. В. Повреждение картофеля во время уборки урожая / О. В. Филюшин, И. А. Успенский // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 268-271.

17. Топинамбур – инновационный ресурс в развитии экономики России / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, П. С. Звягинцев, Ю. Т. Лазунин // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2013. – № 2. – С. 30-33.

18. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // 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. 137-143.

19. 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.

20. 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.

*Костенко М.Ю., доктор техн. наук, профессор,
Филюшин О.В., канд. техн. наук,
Юмаев Д.М., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОСЕВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Современный агропромышленный комплекс вступил в эпоху глубокой трансформации. Перед аграриями стоят амбициозные задачи: не только прокормить растущее население планеты, но и сделать это в условиях изменяющегося климата, дефицита ресурсов и жесткой экономической конкуренции. В этой связи тема актуальности и использования многофункциональных посевных комплексов приобретает первостепенное значение. Эти агрегаты перестали быть просто технической новинкой; они превратились в ключевой элемент стратегии выживания и развития для сельхозпроизводителей по всему миру, от североамериканских прерий до степей Казахстана и черноземных полей России. Речь идет о фундаментальном сдвиге парадигмы: от экстенсивного наращивания мощностей к интенсивному, технологичному и экологичному земледелию.



Рисунок 1 – Многофункциональный посевной комплекс

Актуальность использования многофункциональных посевных комплексов диктуется, прежде всего, суровой экономической необходимостью. Традиционная система земледелия, предполагающая многократные проходы техники по полю для вспашки, культивации, боронования, посева и прикатывания, требует колоссальных затрат горюче-смазочных материалов, амортизации машинного парка и человеческих ресурсов. В условиях, когда цены на сельхозпродукцию подвержены волатильности, а стоимость ресурсов

неуклонно растет, такая расточительность становится непозволительной роскошью.

Многофункциональный посевной комплекс решает эту проблему кардинально. Совмещая в одном проходе до пяти и более технологических операций, он позволяет радикально сократить время полевых работ и минимизировать расход топлива. Как отмечают эксперты отрасли, от предпосевной обработки почвы до высева и закрытия влаги проходит всего несколько секунд, что не только экономит ресурсы, но и предотвращает драгоценную потерю почвенной влаги, обеспечивая получение равномерных и дружных всходов практически при любых погодных условиях. Научные исследования подтверждают, что применение комбинированных агрегатов взамен набора устаревших машин позволяет снизить трудоемкость механизированных работ до 12 процентов, а затраты на горючее — до 8 процентов. Это прямой путь к повышению рентабельности производства, которая в современном мире зачастую решает судьбу хозяйства.

Кроме того, сокращение количества проходов тяжелой техники по полю оказывает благотворное влияние на структуру почвы. Снижается разрушительное уплотнение, вызванное многократным воздействием ходовых систем тракторов и сельхозорудий. Почва сохраняет свою естественную пористость, лучше впитывает влагу и меньше подвержена ветровой и водной эрозии, что особенно критично для регионов с засушливым климатом и зон рискованного земледелия.

Отдельно стоит подчеркнуть неразрывную связь многофункциональных посевных комплексов с внедрением передовых ресурсосберегающих технологий, таких как минимальная (Mini-till) и нулевая (No-Till) обработка почвы. Эти технологии, направленные на сохранение и повышение плодородия, невозможны без применения специальной техники, способной работать в условиях высокой концентрации пожнивных остатков. Современные комплексы оснащаются мощными дисковыми секциями, которые качественно подготавливают семенное ложе, измельчая и заделывая растительные остатки, не вынося на поверхность нижележащие слои почвы.

Разработка технических средств для прямого посева в условиях засушливого земледелия является одним из магистральных направлений современной инженерной мысли. Как показывают исследования, эффективность таких технологий напрямую зависит от способности машины за один проход выполнить все необходимые операции: создать уплотненное семенное ложе на нужной глубине, точно уложить семена, внести стартовую дозу удобрений и прикатать почву для сохранения влаги. Только многофункциональный комплекс способен интегрировать эти задачи в единый технологический процесс, обеспечивая синергетический эффект. Аграрии, перешедшие на такие системы, отмечают, что ключевым фактором при выборе техники становится не просто ширина захвата, а именно способность машины работать в различных системах обработки почвы — как традиционной, так и минимальной, что делает инвестицию универсальной и оправданной на долгие годы вперед.

Современный рынок диктует необходимость быстрой реакции на изменения конъюнктуры. Уход от монокультуры в пользу диверсификации посевных площадей, переход на более рентабельные нишевые и масличные культуры — тренд, отчетливо проявившийся в последние годы. Многофункциональный посевной комплекс с его гибкими настройками позволяет аграриям легко адаптироваться к этим изменениям. Возможность быстрой перенастройки с высева пшеницы на рапс, горох или гречиху без потери качества и точности распределения семян становится критическим преимуществом.

Современные комплексы представляют собой высокотехнологичные платформы, способные дифференцированно подходить к внесению удобрений. Они позволяют дозировать несколько компонентов одновременно, используя различные способы внесения — от рядкового до разбросного, внося как твердые, так и жидкие минеральные удобрения. Такая точность обеспечивает растениям оптимальное питание с первых секунд жизни, закладывая фундамент будущего урожая и предотвращая перерасход дорогостоящих агрохимикатов.

Геополитические изменения последних лет также подстегнули актуальность развития собственного производства многофункциональных посевных комплексов. Уход с рынка ряда западных производителей создал нишу, которую активно заполняют отечественные предприятия. Показателен опыт Алтайского края, где разработаны и запущены в серию посевные комплексы, способные на равных конкурировать с американскими и канадскими аналогами. Ключевым преимуществом российской техники становится не только ее высокое качество и адаптация к местным условиям, но и ценовая доступность — стоимость отечественных разработок может быть на 40 процентов ниже зарубежных образцов. Это делает передовые технологии достоянием не только крупных агрохолдингов, но и средних, малых хозяйств, которые являются основой сельской экономики.

В условиях государственной поддержки, выраженной в программах льготного лизинга и кредитования, обновление парка техники становится реальным для большинства аграриев. Производители, в свою очередь, наращивают объемы, планируя увеличить выпуск до сотни и более единиц в год, что свидетельствует о колоссальном спросе и доверии со стороны сельхозтоваропроизводителей. Развитие специализированных технопарков позволяет малым инновационным компаниям вносить свой вклад в совершенствование посевной техники, создавая уникальные агрегаты, например, для локального внесения гербицидов одновременно с посевом пропашных культур.

Таким образом, актуальность и использование многофункциональных посевных комплексов сегодня выходит далеко за рамки простой механизации труда. Это комплексное решение, позволяющее решать триединую задачу: экономическую (снижение издержек, рост рентабельности), агротехническую (внедрение почвозащитного земледелия, повышение урожайности) и экологическую (сохранение плодородия, снижение техногенной нагрузки). Они стали тем самым инструментом, который позволяет сеять «с умом» ,

оперативно реагируя на вызовы погоды и рынка. От способности отрасли насыщаться такими высокотехнологичными агрегатами напрямую зависит продовольственная безопасность и конкурентоспособность национального агропромышленного комплекса в целом. Дальнейшая эволюция этих машин, их интеграция с системами искусственного интеллекта и беспилотного управления, лишь укрепит их роль как центрального звена в агротехнологиях будущего.

Библиографический список

1. Савченко, Е. С. Опыт внедрения системы земледелия No-till в Белгородской области / Е.С. Савченко, С.В. Лукин, М.В. Сергеев // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 2. – С. 53–58.
2. Немтинов, К. В. Конструирование и расчет посевного комплекса для мелких зерновых культур / К.В. Немтинов, А.К. Ерусланов, А.Н. Зазуля // Агроинженерия. – 2020. – № 2 (96). – С. 34–39.
3. Койнова, А. Н. Технология No-till и ее техническое оснащение / А.Н. Койнова // Агрофорум. – 2019. – № 5. – С. 24–29.
4. Защита почв от водной эрозии и дефляции в технологии No-till / В.К. Дридигер, В.П. Белобров, С.А. Антонов и др. // Земледелие. – 2020. – № 6. – С. 11–17.
5. Лукин, С. В. Опыт внедрения системы земледелия No-till в Белгородской области / С.В. Лукин // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 2. – С. 53–58.
6. Дридигер, В. К. Влияние типа почвы и ее плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / В.К. Дридигер, Р.С. Стукалов, А.Г. Матвеев // Земледелие. – 2017. – № 2. – С. 19–22.
7. Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия / В. И. Кирюшин, С. В. Лукин, В. Д. Соловиченко, В. И. Мельников. – Белгород : Константа, 2019. – 272 с.
8. Влияние технологии No-till на экологическое состояние черноземов южных Ростовской области / К. Ш. Казеев, Г. В. Мокриков, Ю. В. Акименко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 1. – С. 7–11.
9. Строительство нового завода сельхозтехники в Барнауле. (2024, 12 августа). Алтапресс. <https://altapress.ru/ekonomika/story/svoya-agrotehnika-vmesto-kitayskoj-v-barnaule-dostraiwayut-zavod-za-mlrd-rublej-349787>
10. Ученые СтГАУ разработают отечественные аналоги зарубежной сельхозтехники. (2024, 22 ноября). ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет. <https://stgau.ru/en/media/news/ucenye-stgau-razrabotaiut-otecestvennyye-analogi-zarubeznoi-selxoztexniki/>
11. 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, Д. Н. Бышов, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное

образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

12. Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation / N. V. Byshov, S. N. Borychev, D. E. Kashirin [et al.] // *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. – 2018. – Vol. 13, No. 10. – P. 3502-3508.

13. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями / И. А. Успенский, Д. А. Волченков, Г. К. Рембалович [и др.] // *Техника и оборудование для села*. – 2015. – № 6. – С. 35-38.

14. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники / И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // *Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова*. – Владимир: Владимирский государственный университет, 2013. – С. 110-113.

15. Сбережение энергозатрат и ресурсов при использовании мобильной техники / Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2010. – 186 с.

16. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы "SAMTEC" / Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, И. А. Успенский [и др.] // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 78. – С. 239-249.

17. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

18. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // *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. 137-143.

19. Ushanev, A. I. Pilot installation for applying protective coating on the surface of the agricultural equipment / A. I. Ushanev, I. A. Uspensky, I. A. Yukhin // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года*. Vol. 488. – Stavropol, 2020. – P. 012049.

20. Бортник, А. В. Устройства для сцепки машинно-тракторного агрегата с навесным оборудованием / А. В. Бортник, О. В. Филюшин, А. С.

Колотов // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники, Рязань, 12 октября 2020 года / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 12-17.

21. 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.

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

УДК 631.311

*Исмаев Р.Р., аспирант 2 курса,
Рембалович Г.К., доктор техн. наук, профессор,
Юмаев Д.М., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань*

АНАЛИЗ РЫНКА СОВРЕМЕННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ КОМПАНИИ ООО ТЕХНО-СНАБ. ЧАСТЬ 1

В условиях стремительной трансформации агропромышленного комплекса особую значимость приобретает модернизация материально-технической базы сельскохозяйственных предприятий. Одним из ключевых направлений этой модернизации выступает обновление парка почвообрабатывающей техники, от эффективности которой напрямую зависят урожайность, рентабельность производства и экологическая устойчивость агроландшафтов.

Современный этап развития сельхозмашиностроения характеризуется возрастающим интересом к широкозахватной почвообрабатывающей технике — агрегатам с рабочей шириной от 6 метров и более.

Комбинированные культиваторы компании ООО «ТЕХНО-СНАБ» NEPTUN-SATURN IV является представителями машин с прогрессивной технологией точной предпосевной подготовки почвы. Комбинация рабочих органов позволяет создать ровное посевное ложе за один проход машины в поле. Во время работы соблюдается стабильная глубина обработки, что особенно необходимо для создания идеального посевного ложа, например, для сахарной свеклы и рапса.

Основными элементами конструкции являются (Рис.1):

- 1 – Шасси NEPTUN;
- 2 – Носитель секций;
- 3 – Передняя выравнивающая планка;
- 4 – Рыхлительная часть;
- 5 – Уплотнительная часть;
- 6 – Следорыхлитель;
- 7 – Боковая планка.

Базовая комплектация:

- следорыхлители;
- 2 ряда планчатых дробящих катком диаметром 330 мм;
- 2 ряда выравнивающих планок за дробящими катками;
- необслуживаемые шариковые подшипники;
- механическая бесступенчатая регулировка рабочей глубины лап;
- двухконтурные воздушные тормоза;
- виды сцеплений с трактором D51(39), K80.



Рисунок 1 – Основные элементы конструкции NEPTUN-SATURN IV

NEPTUN-SATURN IV с шириной захвата 8 и 10 метров, позволяет загрузить трактора мощностью от 240 до 400 л.с. Универсальный носитель почвообрабатывающего орудия (шасси) NEPTUN можно также использовать для агрегатирования с другими машинами.

Таблица 1– Технические параметры NEPTUN-SATURN IV

Технические параметры	Единица	8 ТН	10 ТН
Ширина захвата	м	8	10
Глубина рыхления	см	2-12	2-12
Количество стрельчатых лап	шт.	32+6	40+6
Количество долотообразных лап	шт	96+6	120+6

Продолжение табл.1

Рабочая скорость	км/ч	7-12	7-12
Транспортная ширина	м	3	3
Транспортная высота	м	3,85	3,85
Транспортная длина	м	6,1	6,7
Размер шины/колеса		560/45-22,5	560/45-22,5
Вес*	кг	6960	8530
Мощность трактора	Л.с.	250-320	320-400

N – навесной вариант, Т – полунавесной вариант, Н – гидравлический складываемый до 3 м
* касается Варианта Р, Исполнения II

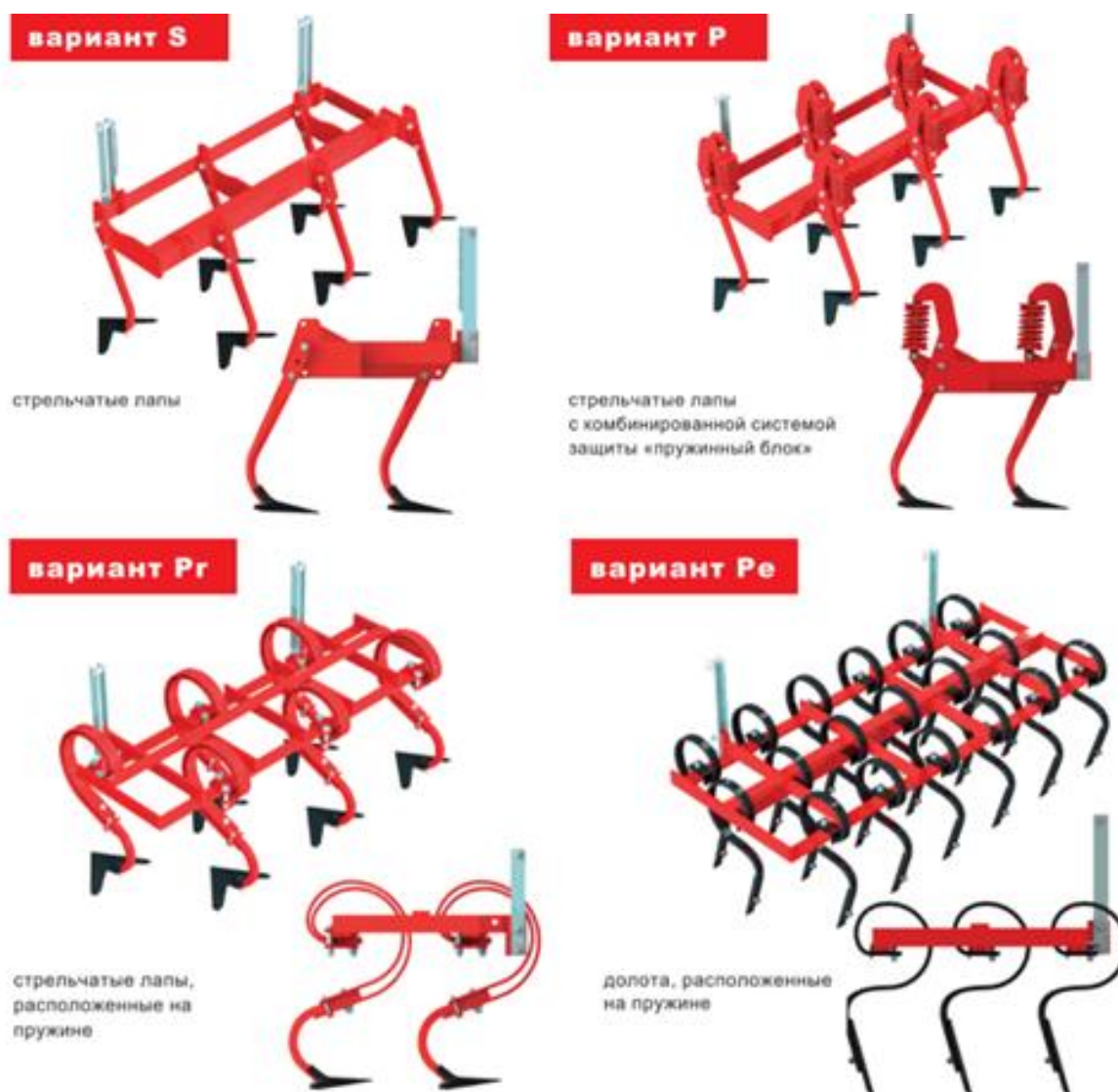


Рисунок 2 – Типы рабочих секций NEPTUN-SATURN IV

Типы рабочих секций (Рис.2):

Р — сошниковые рабочие секции с пружинным предохранением. Оснащены сошниками, которые обеспечивают рыхление почвы, а пружинное

предохранение защищает секции от повреждений при столкновении с препятствиями.

Pe — пружинные рабочие секции с долотами. В этих секциях используются долота (остроконечные рабочие органы), которые эффективно разрушают комки и рыхлят почву. Пружинная конструкция обеспечивает адаптацию к неровностям рельефа.

PR — пружинные сошниковые секции. Сочетают элементы сошников и пружинной конструкции, что позволяет сочетать точность обработки с гибкостью при работе на неровных участках.

S — сошниковые рабочие секции со срезным предохранением. Срезное предохранение позволяет секциям «отстреливаться» при столкновении с непреодолимым препятствием, предотвращая поломку.

Некоторые преимущества использования NEPTUN-SATURN IV:

– Каток «crosskill» изготовлен высокопрочного чугуна GGG50, что гарантирует его длительный срок службы и устойчивость против механического воздействия;

– Надлежащим образом выбранная форма и системное расположение колец и крышек обеспечивает превосходную защиту от пыли, грязи и механических повреждений, а также длительный срок службы всех подшипников;

– Машина идеально приспособляется к неровностям почвы благодаря рабочим секциям с шириной захвата 1,5 м или 2 м, и как следствие-идеально выровненная поверхность.

– Модульность конструкции и 4 варианта рабочих секций позволяет использовать шасси для других орудий, что снижает затраты на приобретение дополнительной техники.

Полунавесная дисковая борона NEPTUN-PEGAS II универсальный инструмент для послеуборочной обработки почвы посредством лущения, однако машину можно применять и для предпосевной подготовки. Дисковые бороны, благодаря ширинам захватам 8 или 10 метров, подходят для тракторов мощностью от 240 л.с. до 460 л.с.

Основными элементами конструкции являются (Рис.3):

- 1 – Первый ряд дисков;
- 2 – Второй ряд дисков;
- 3 – Универсальный носитель NEPTUN;
- 4 – Поперечная балка;
- 5 – Опорный каток;
- 6 – Подвесное плечо.

Предохранение дисков на дисковых боронах NEPTUN-PEGAS II обеспечено резиновыми катками. Машина способна обрабатывать почву на глубину 12 см. благодаря двум рядам дисков диаметром 520 мм



Рисунок 3 – Основные элементы конструкции NEPTUN-PEGAS II

Таблица 2 – Технические параметры NEPTUN-SATURN IV

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	NEPTUN-PEGAS II 8	NEPTUN-PEGAS II 10
Рабочая ширина (м)	8	10
Гидравлика	да	да
Количество дисков (шт.)	64	80
Диаметр дисков (мм)	520	520
Мощность трактора (л.с.)	300-380	360-460
Вес (кг)	6750	7560

Некоторые преимущества использования NEPTUN-SATURN IV:

- Посредством улучшения угла расположения дисков было достигнуто точной обработки почвы при более высоких скоростях, а также снижения расходов на топливо/гектар;

- В случае неблагоприятных условий можно увеличить вес машины, добавив гирию весом в 660 кг;

- Надлежащим образом выбранная форма и системное расположение колец и крышек обеспечивает превосходную защиту от пыли, грязи и механических повреждений, а также длительный срок службы всех подшипников;

- Гидравлическое складывание до транспортной ширины 3 м упрощает перемещение по дорогам общего пользования;

Обеспечивает точную подрезку всей поверхности поля, что способствует эффективной борьбе с сорняками и предотвращению потери влаги в почве.

- Равномерно рыхлит почву, создавая благоприятные условия для последующих агротехнических операций.

Библиографический список

1. T-SNAB.COM. Техническое оборудование Neptun Pegas-2 : Каталог продукции. Электронный ресурс. URL: <https://t-snab.com/sh-tehnika/tehnika-dlya-roshvoobrabotki/neptun-pegas-2> (дата обращения: 22.02.2026);
2. T-SNAB.COM. Техническое оборудование Neptun Saturn-4 : Каталог продукции. Электронный ресурс. URL: <https://t-snab.com/sh-tehnika/tehnika-dlya-roshvoobrabotki/neptun-saturn-4> (дата обращения: 22.02.2026);
3. Анализ современных машин для выравнивания микрорельефа поля / Д. М. Юмаев, И. И. Чернов, А. Д. Акулин, А. Р. Стариков // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 26-33;
4. Гуляев, В. П. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие / В. П. Гуляев, Т. Ф. Гаврильева. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 140 с.;
5. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 55-61.
6. Дорофеев, В. Н. Сельскохозяйственные машины. Почвообрабатывающие, посевные и посадочные машины и орудия: учебное пособие / В. Н. Дорофеев, В. М. Перевалов. - 2-е изд., доп. и перераб. - Иркутск: Иркутский ГАУ, 2011. - 142 с. - Текст: электронный // Лань: ЭБС. - URL: <https://e.lanbook.com/book/133364>;
7. 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 НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. , Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.
8. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины – 5-е изд. перераб. и доп. / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский // – М.: Колос, 1983. – 495 с., ил. (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений)
9. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 308-316.

10. Сидоров, Н. Д. Пути снижения потерь картофеля в период хранения / Н. Д. Сидоров, И. А. Успенский, А. С. Колотов // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 302-306.

11. Технические и оценочные показатели нанесения консервационного материала на поверхность сельскохозяйственных машин при применении различных способов / А. И. Ушанев, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев [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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 194-199.

12. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 130-136.

13. Оценка методов диагностирования керамических тормозных дисков / Д. А. Воробьев, И. А. Успенский, И. А. Юхин [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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 223-228.

14. Факторы обеспечения качества погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки сельскохозяйственной продукции / К. А. Дорофеева, А. С. Колотов, И. Н. Кирюшин, С. В. Колупаев // 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 101-105.

15. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники / А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 425-429.

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. История развития техники для уборки картофеля / И. А. Успенский, С. Н. Борычев, И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Сельский механизатор. – 2013. – № 5. – С. 4-5.

УДК 631.311

*Исмаев Р.Р., аспирант 2 курса,
Рембалович Г.К., доктор техн. наук, профессор,
Юмаев Д.М., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ РЫНКА СОВРЕМЕННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ КОМПАНИИ «АЛМАЗ»

В условиях стремительной трансформации агропромышленного комплекса Российской Федерации особую значимость приобретает модернизация материально-технической базы сельскохозяйственных предприятий. Одним из ключевых направлений этой модернизации выступает обновление парка почвообрабатывающей техники, от эффективности которой напрямую зависят урожайность, рентабельность производства и экологическая устойчивость агроландшафтов.

Современный этап развития отечественного сельхозмашиностроения характеризуется возрастающим интересом к широкозахватной почвообрабатывающей технике — агрегатам с рабочей шириной от 6 метров и более.

Сцепка зубовых борон гидрофицированная ЗАРЯ от ТД «Алмаз» — предназначены для предприятий, работающих по классической или минимальной системе земледелия. Комплектуется данная машина двумя рядами секция зубовых борон БЗС весом 40 кг (рис.1).

Модельный ряд представлен техникой с шириной захвата сцепки от 10 до 26 м. и производительностью от 12 до 30 гектаров в час. Также, с возможностью компоновки с тракторами мощностью от 130 л.с. до 400 л.с.

Таблица 1– Характеристики некоторых моделей бороны ЗАРЯ

Характеристики / Наименование	СБГ- 10-2	СБГ- 15-1	СБГ- 18-2	СБГ- 21-1	СБГ- 26-2
Способ агрегатирования	полуприцепной				
Производительность, га/ч	12	18	21,6	25	30
Рабочая скорость движения, км/ч	12				
Ширина захвата, м.	10	15	18	21	26
Глубина обработки, см	до 8	6	8/12	6	8
Число зубьев, шт.	20	20	700	20	1020
Число борон БЗС, в первом ряду, шт.	9	15	17	21	25
Число борон БЗС, во втором ряду, шт.	10		18		26
Масса, кг	4135	2310	5940 / 6220	2850	7750

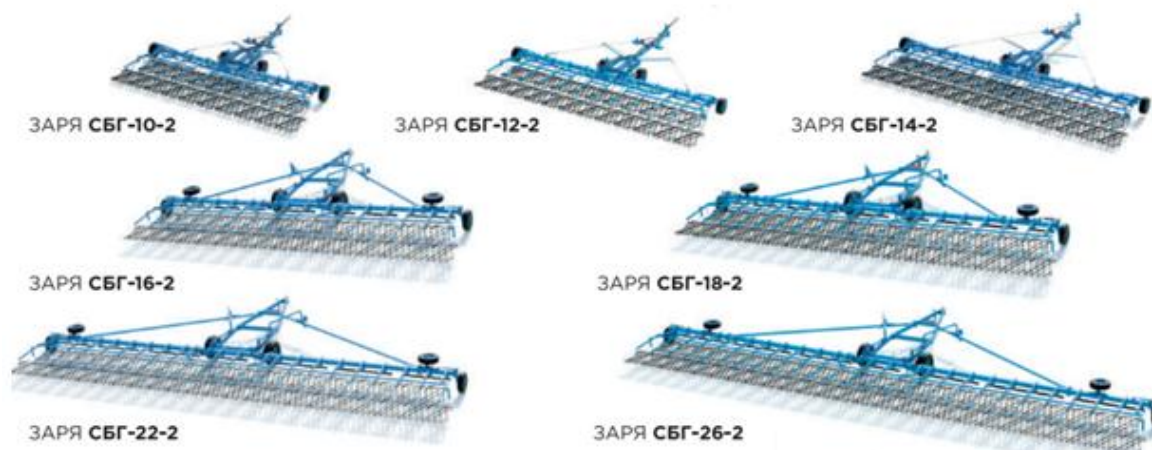


Рисунок 1 – Сцепка зубовых борон гидрофицированная ЗАРЯ

Данные зубовые бороны обрабатывает почву на глубину до 6 до 12 см. Рыхлят, выравнивают поверхностный слой почвы, с одновременным распределением пожнивных остатков.

Используется для:

- осенних и весенних предпосевных работ;
- послепосевных работ по вычесыванию мелких сорняков и уходу за парами;
- для дробления глыб и рыхления пластов после вспашки;
- для рыхления и выравнивания поверхности поля;
- заделки удобрений.

Некоторые особенности элементов конструкций:

- Рама из бруса подбирается отдельно для каждой модели, что обеспечивает жёсткость конструкции, исключает изгибание и деформацию при нагрузках;

- Минимизации транспортировки благодаря складыванию и движению задним ходом. Подготовка к работе и транспортировке занимает не более 5 минут и делается одним человеком;
- **Регулируемое положение отдельных борон.** Поднимая и опуская передние и задние цепи, можно задать боронкам необходимое положение;
- **Шарнирные соединения и опорно-рычажная система фиксации центральной и боковой рамы** обеспечивают постоянную параллельность рамы обрабатываемой поверхности и равномерное заглубление зубьев;
- **Шахматное расположение борон** обеспечивает равномерную обработку почвы без пропусков, как передними, так и задними зубьями;
- Широкие опорные колёса (в базовой комплектации) снижают давление на грунт и повышают проходимость.

Бороны дисковые полуприцепные двухрядные и четырёхрядные DANA от ТД «Алмаз» применяются в различных системах земледелия: традиционной и минимальной (рис.2).



Рисунок 2 – Бороны дисковые полуприцепные DANA

Агрегируются с тракторами мощностью 80-250 л.с. – двухрядные, 150 – 350 л.с. – четырёхрядные (рис.3). Производительность борон до 7,2 га/ч.

DANA БДП-3x4 М/МР 150 – 250 л.с.		DANA БДП-6x4 М/МР 300 – 350 л.с.		DANA БДП-2,4x2 80 л.с. (в комплекте с противовесами)	
DANA БДП-4x4 М/МР 280 – 300 л.с.		DANA БДП-6x4 МТМ от 350 л.с.		DANA БДП-3,2x2 от 90 л.с.	
DANA БДП-6x2У 200 – 250 л.с.		DANA БДП-8x4 МТМ 400 – 450 л.с.		DANA БДП-4x2 от 150 л.с.	

Рисунок 3 – Агрегируемость дисковых борон DANA

Бороны предназначены для ресурсосберегающей предпосевной и основной обработки почвы на глубину до 12 см (двухрядные) и 15 см (четырёхрядные) под зерновые, технические и кормовые культуры. Применяется для измельчения, выравнивания и уплотнения почвы, омоложения лугов и пастбищ. Уничтожает сорняки, измельчает пожнивные остатки после уборки посевных культур.

Некоторые особенности элементов конструкций (рис.4):

- Рама изготовлена из высокопрочной стали 09Г2С, что обеспечивает долговечность и надёжность. Сечение труб рамы — 100×100×6 мм. В некоторых моделях (например, БДП-3,2×2) сечение увеличено до 150×100×6 мм для повышения прочности;

- Основные рабочие органы — вырезные диски в форме вогнутых тарелок диаметром 560 мм. Они крепятся к раме под углом к направлению движения агрегата. Вращаясь, диски разрезают пласты почвы, рыхлят и перемешивают её.

DANA	3×4 М/МР	4×4 М/МР	6×4 М/МР	6×4 МТМ	8×4 МТМ	2,4×2	3,2×2	4×2	6×2У
Агрегируемость (мощность двигателя трактора, л.с.)	150 – 250	280 – 300	300 – 350	от 350	400 – 450	80 (укомплектованными противовесами)	90	150	200 – 250
Тип машины	Полу-прицепной	Полу-прицепной	Полу-прицепной	Полу-прицепной	Полу-прицепной	Навесная	Полу-прицепной	Полу-прицепной	Полу-прицепной
Производительность за 1 час основного времени (га/ч)	до 3,84	до 4,8	до 7,2	до 7,2	8 – 12	до 2,88	до 3,84	до 4,8	до 7,0
Глубина обработки (см)	до 15	до 15	до 15	до 15	до 15	до 12	до 12	до 12	до 12
Рабочая скорость (км/ч)	10 – 12	10 – 12	10 – 12	10 – 15	10 – 15	до 12	до 12	до 12	до 12
Ширина захвата (м)	3,2	4	6	5,9	7,9	2,4±0,12	3,2±0,12	4,0±0,12	6,0
Количество рабочих органов (шт.)	32	40	56	56	80	18	24	30	46
Масса (кг)	3180	3700	5130	5565	8034	1034	1842	2168	4519
Срок службы (лет)	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Рисунок 4 – Технические характеристики дисковых борон DANA

Диски могут быть двух типов:

- РЗЗ — производства Рубцовского завода запасных частей. Изготовлены из легированной конструкционной стали с содержанием бора и марганца. Твердость — 43–48 HRC.

- АМА (Италия) — из борсодержащей стали 34MnCrB5. Заточка режущей кромки методом горячей накатки, твёрдость — 49–52 HRC.

- Угол атаки дисков (от 0° до 30°) и глубина обработки почвы регулируются стяжками опорных катков. Это позволяет адаптировать борону к разным условиям работы;

- Элементы конструкции имеют прочное и устойчивое к внешним воздействиям полимерное покрытие. В некоторых моделях используются импортные узлы гидросистемы, что обеспечивает бесперебойную работу, в том числе с импортными тракторами;

- Комплектуется катками в зависимости от типа почвы: спиралевидными, комбинированными, зубчатыми.

Особенности серии МТМ:

- Междурядное пространство увеличено с 750 до 900 мм, что снижает риск забивания при работе на влажных и засоренных почвах;
- В сложенном состоянии ширина орудия равна 4 метрам;
- увеличенное сечение труб рамы 150×100×8 мм.;
- бороны DANA предназначены для использования на всех типах почв, кроме каменистых. Качество обработки обеспечивается на почвах с удельным сопротивлением до 0,09 МПа, твёрдостью до 3 МПа и предельной влажностью до 25 %.

Библиографический список

1. AlmazTD.ru. Бороны : каталог продукции. Электронный ресурс. URL: <https://almaztd.ru/equipment/borony> (дата обращения: 16.02.2026);
2. AlmazTD.ru. Дисковые бороны : Каталог продукции. Электронный ресурс. URL: <https://almaztd.ru/equipment/borony/diskovye-borony> (дата обращения: 16.02.2026).
3. Анализ современных машин для выравнивания микрорельефа поля / Д. М. Юмаев, И. И. Чернов, А. Д. Акулин, А. Р. Стариков // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 26-33;
4. Гуляев, В. П. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие / В. П. Гуляев, Т. Ф. Гаврильева. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 140 с.;
5. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 55-61.
6. Дорофеев, В. Н. Сельскохозяйственные машины. Почвообрабатывающие, посевные и посадочные машины и орудия: учебное пособие / В. Н. Дорофеев, В. М. Перевалов. - 2-е изд., доп. и перераб. - Иркутск: Иркутский ГАУ, 2011. - 142 с. - Текст: электронный // Лань: ЭБС. - URL: <https://e.lanbook.com/book/133364>;
7. 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 НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. , Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.
8. Карпенко А.Н., Халанский В.М., Сельскохозяйственные машины – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1983. – 495 с., ил. (Учебники и учеб.пособия для высш. с.-х. учеб. заведений);

9. Карпенко, А.Н Сельскохозяйственные машины - 5-е изд. перераб. и доп. / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский. - М.: Колос, 1983. - 495 с.;

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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 308-316.

11. 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, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева.

12. Патент № 2464765 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/10. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2011105634/02 : заявл. 15.02.2011 : опубл. 27.10.2012 / Г. К. Рембалович, Д. А. Волченков, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

13. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 263-269.

14. Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 8. – С. 22-24.

15. Повышение эффективности использования тракторных транспортных средств на внутривозвращаемых перевозках плодоовощной продукции / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань, 2012. – 264 с.

16. Инновационные решения уборочнотранспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г. К. Рембалович, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 1. – С. 23-25.

17. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России / С. С. Туболев, Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 10. – С. 3-5.

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

19. 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. 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, Г. К. Рембалович, Р. В. Безносок [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

20. Инновационные процессы и устройства для "бережной" сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [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.

21. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 137-143.

22. 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.

*Безносюк Р.В., канд. техн. наук, доцент,
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук, доцент,
Старунский А.В., ст. преподаватель
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

Современный рынок погрузочной техники переживает период фундаментальных изменений, которые смело можно назвать революционными. Еще 5–7 лет назад основой парка любой крупной компании были дизельные машины с базовым набором функций, а главными критериями выбора служили грузоподъемность и цена. Сегодня же ситуация кардинально иная: погрузчик превратился в высокотехнологичный комплекс, где электроника, экологичность и эргономика играют не менее важную роль, чем традиционные рабочие характеристики. Актуальность применения новых моделей диктуется не просто желанием идти в ногу с прогрессом, а жесткими экономическими и регуляторными реалиями, требующими от бизнеса максимальной эффективности, безопасности и устойчивого развития.

Самым ярким маркером современного этапа развития погрузчиков стала тотальная электрификация. Если раньше электропогрузчики воспринимались как нишевый продукт, подходящий только для закрытых помещений с ровными полами, и вызывали скепсис из-за слабой мощности и ненадежности, то сегодня они уверенно вытесняют технику с двигателями внутреннего сгорания. Этот переход обусловлен сразу несколькими факторами, и главный из них — экономический. Эксплуатация электрической техники кратно выгоднее: стоимость электроэнергии для зарядки несопоставима с расходами на дизельное топливо и горюче-смазочные материалы. Как показывают расчеты, электрический погрузчик может быть более чем в 10 раз выгоднее дизельного аналога в течение рабочей смены.

Однако подлинным прорывом стало внедрение литий-ионных аккумуляторов, которые окончательно стерли границы применения электропогрузчиков. В отличие от старых свинцово-кислотных батарей, требовавших длительной зарядки и обслуживания, современные литий-ионные батареи позволяют технике работать при любой погоде на улице, заряжаться за считанные минуты в паузах между сменами и функционировать без подзарядки до 8 часов. Такие характеристики сделали электрические модели востребованными не только на складах, но и в теплицах, торговых залах, на строительных площадках и в городском коммунальном хозяйстве, где ценится их тихая работа и отсутствие выхлопных газов.

Второй ключевой вектор развития — это глубокая интеллектуализация. Современный погрузчик перестал быть просто механическим помощником; он стал частью цифровой экосистемы предприятия. Производители активно внедряют технологии, которые еще недавно казались фантастикой. Например, новые колесные погрузчики Cat оснащаются встроенными системами

взвешивания груза, которые позволяют оператору точно набирать необходимую массу без дозаездов на весы, что повышает производительность на 10 % и экономит время.

Развитие получают функции автономного управления. Ярким примером является японская новинка — автономный вилочный погрузчик Toyota Rinova Autonomous (рисунок 1), способный самостоятельно разгружать грузовики.



Рисунок 1 – Toyota Rinova Autonomous

Благодаря 3D-лидарам и системам глубокого обучения он ориентируется в пространстве без специальных меток, распознает хаотично расположенные поддоны и адаптируется к меняющейся обстановке в режиме реального времени. Это не просто эксперимент, а ответ на острый дефицит кадров в логистике, позволяющий автоматизировать сложные процессы и повысить безопасность.

Техника становится все более "дружелюбной" к оператору. Эргономике кабин уделяется первостепенное значение. Дизайн кабин, как, например, у новых российских телескопических погрузчиков «Ростсельмаш», выполненный в стиле «реактивной прогрессии», — это не только эстетика, но и забота о комфорте и функциональности. Производители внедряют поддресоренные сиденья с подогревом и охлаждением, улучшенную шумоизоляцию и системы климат-контроля, чтобы снизить утомляемость водителя. Управление все чаще осуществляется не рычагами и рулем, а многофункциональными джойстиком и сенсорными экранами с интуитивным интерфейсом, что позволяет одновременно контролировать несколько операций и делает технику доступной для операторов любого уровня квалификации.

С ростом интенсивности работ и усложнением складской логистики вопросы безопасности выходят на первый план. Современные погрузчики

оснащаются целым арсеналом средств активной и пассивной безопасности. Системы кругового обзора на базе нескольких камер, радарные датчики обнаружения препятствий и контроль ремней безопасности с выводом информации на пульт водителя становятся стандартом, а не опцией. Это помогает предотвращать столкновения и несчастные случаи в условиях ограниченного пространства.

Кроме того, новые технологии помогают избежать аварийных ситуаций, связанных с перегрузом. Интеллектуальные системы, как, например, на телескопических погрузчиках TLH 740, не только предупреждают оператора звуковым сигналом о превышении допустимой массы груза, но и могут заблокировать опасные движения, оставляя возможность только для стабилизации стрелы. Параллельно с безопасностью развиваются системы удаленного мониторинга и предиктивной аналитики. Телематические модули передают данные о местоположении, моточасах, расходе топлива и ошибках в диспетчерский центр. Это позволяет менеджерам парка техники планировать техническое обслуживание не по календарю, а по фактическому состоянию узлов, предотвращая внезапные поломки и дорогостоящие простои.

Современный бизнес требует от техники максимальной гибкости. Именно поэтому колоссальную популярность набирают многофункциональные модели, прежде всего телескопические погрузчики. Их уникальность заключается в возможности использовать бесчисленное количество видов навесного оборудования — от стандартных ковшей и вилок до люлек для подъема людей, снегоуборщиков, буров и мульчеров. Это превращает одну машину в многофункциональный центр, способный заменить целый парк узкоспециализированной техники.

Производители предлагают не просто универсальную платформу, а специализированные решения под конкретные отрасли. Например, для сельского хозяйства телескопические погрузчики оснащаются «мокрыми» тормозами, устойчивыми к коррозии на животноводческих фермах, системами самоочистки радиаторов от пыли и тремя режимами руления (включая «крабовый ход») для маневрирования в узких проходах. Для работы в стесненных городских условиях разрабатываются ультракомпактные модели, такие как Merlo HyperCompact, которые легко маневрируют в гаражах и перевозятся на обычном прицепе.

Рынок активно реагирует и на геополитические изменения. Уход ряда западных брендов стимулировал развитие собственных производств и появление новой техники из дружественных стран. Сегодня российскому потребителю доступны не только китайские модели, которые за несколько лет совершили качественный скачок, но и отечественные разработки, активно замещающие импортные аналоги.

Таким образом, современный погрузчик — это сложный симбиоз мощной механической базы и передовых цифровых технологий. Актуальность его применения продиктована насущными потребностями рынка в экологичности, экономической эффективности и кадровом замещении. Техника становится электрической, автономной, предельно безопасной и универсальной. Она

превращается в «умного» помощника, который не только выполняет тяжелую физическую работу, но и берет на часть аналитических функций, делая бизнес более прозрачным и управляемым. Тенденция к автоматизации, энергоэффективности и тонкой адаптации под конкретные задачи будет только усиливаться, определяя облик логистики и производства на годы вперед.

Библиографический список

1. Анализ эксплуатационной надежности технических средств для уборки картофеля / Г. К. Рембалович, Д. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский // Машинно-технологическая станция. – 2009. – № 6. – С. 34-35.
2. Овчинникова, Е. Ю. Современное состояние вопросов механизации погрузочно-разгрузочных работ в садоводческих хозяйствах / Е. Ю. Овчинникова, И. А. Успенский, И. А. Юхин // 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. 209-213.
3. Зависимость стратегий ремонта машин от условий их эксплуатации / В. И. Карагодин, А. Ю. Горелов, А. А. Солнцев [и др.] // Транспорт на альтернативном топливе. – 2024. – № 3(99). – С. 62-72.
4. Возможности повышения эффективности уборочно-транспортного процесса плодоовощной продукции / И. А. Успенский, И. А. Юхин, В. А. Шафоростов, С. А. Креков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 110. – С. 1313-1328.
5. Совершенствование технического сервиса грузовых автомобилей для АПК / М. Э. Немытов, Ж. Г. Усманова, Е. А. Шамбазов, Д. М. Юмаев // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 335-336.
6. Обзор саморазгружающихся технических средств для погрузки-разгрузки картофеля / Д. М. Юмаев, О. В. Филюшин, А. И. Ушанев, Е. А. Шамбазов // 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. 76-83.
7. Обеспечение рациональных грузоперевозок автотракторным транспортом / А. И. Ушанев, О. В. Филюшин, 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. 122-128.

8. Использование погрузчиков в сельском хозяйстве / Е. В. Бондаренко, Е. Е. Подольская, А. Б. Иванов, М. В. Дулясова // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 10(328). – С. 15-18.

9. Горелов, А. Ю. Адаптация сервисного сопровождения к парку машин и условиям их эксплуатации (на примере одноковшовых фронтальных погрузчиков) : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горелов Алексей Юрьевич, 2024. – 202 с.

10. 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, В. Н. Чекмарев, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева (РГСХА).

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

12. 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.

13. 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.

14. 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 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное учреждение образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ 2014. – С. 141-142.

15. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Д. С. Рябчиков [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 2060-2075.

16. 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.

17. Инновационные решения уборочно–транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г. К. Рембалович, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [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 / Том Часть 2. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2011. – С. 455-461.

18. 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.

19. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, Г. Д. Кокорев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 72-74.

20. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства / Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 2(33). – С. 38-40.

21. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // 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. 6-12.

22. Снижение травмируемости сельскохозяйственной продукции при перевозке транспортными средствами с самосвальными кузовами / А. А. Полункин [и др.] // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Ф. Х. Бурумкулова, Саранск, 24–25 мая 2016 года / Институт механики и энергетики; Ответственный за выпуск: Столяров А. В.. – Саранск: ОАО "Типография "Рузаевский печатник", 2016. – С. 373-379.

*Моргачева В.В., студент,
Мироненко А.А., магистрант 1 курса,
Научный руководитель: Лимаренко Н.В., доктор техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, РФ*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ НАВОЗА

Введение. В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности стратегической целью агропромышленного комплекса является обеспечение населения страны экономически доступными продуктами питания в необходимых объемах, а также развитие товаропроводящей инфраструктуры, обеспечивающей рациональные нормы потребления. Одной из важнейших задач в обеспечении экологической и санитарной безопасности агропредприятий, особенно крупных животноводческих комплексов, является своевременная перевозка и утилизация навоза [1-3]. Несвоевременный вывоз отходов ухудшает условия содержания животных и повышает риски загрязнения окружающей среды.

Внедрение технологий интернета вещей (IoT, Internet of Things) в предприятия агропромышленного комплекса позволяет отслеживать в реальном времени состояние полей, техники и хранилищ. Однако проблема цифровизации заключается во фрагментарности использования полученных данных. Для рационального распределения транспортных ресурсов необходима интеграция данных, полученных с помощью IoT в системы оперативного управления перевозками.

Статическое планирование маршрутов становится неэффективным из-за динамически изменяющихся условий: закрытия участков для работ, изменения проходимости грунта, недоступности логистических узлов, концентрации транспортных потоков. Это приводит к простоям техники, росту затрат на топливо и снижению производительности.

Таким образом, актуальной научно-технической задачей является разработка и оценка эффективности интегрированных решений, объединяющих данные IoT-инфраструктуры с алгоритмами динамической маршрутизации для оптимизации логистики перевозки навоза.

Целью исследования является оценка эффективности применения систем динамической маршрутизации для перевозки навоза, основанных на графовых алгоритмах на основе данных IoT-инфраструктуры.

Основная часть. Основой для реализации эффективной динамической маршрутизации при перевозке навоза служит интеграция данных от компонентов IoT-инфраструктуры предприятия: датчиков наполнения в навозохранилищах, ГЛОНАСС-трекеров на транспортных средствах, почвенных и метеодатчиков на сельскохозяйственных угодьях, а также RFID-меток. Перспективным направлением для расширения функционала такой системы является интеграция газоаналитического оборудования, например,

позволяющего в режиме реального времени отслеживать эмиссию газов и оценивать биохимические процессы в навозохранилищах и на полях [4, 5]. Это позволило бы не только оптимизировать логистику, но и напрямую контролировать экологическую безопасность процесса».

В совокупности эти компоненты позволяют сформировать цифрового двойника логистической сети агропредприятия – динамическую модель, обновляемую в режиме реального времени и служащую основой для построения графа маршрутизации [6-9].

Предлагаемая архитектура интеграции IoT-инфраструктуры и системы динамической маршрутизации состоит из пяти взаимосвязанных уровней.

1. Уровень сбора данных: непрерывная генерация данных сенсорами, установленных на фермах, полях и технике, о состоянии объектов и окружающей среды.

2. Уровень передачи данных: передача информации по беспроводным каналам связи – чаще всего с использованием протоколов LoRaWAN (для низкого энергопотребления и большой дальности) или MQTT (для близких дистанций и высокой частоты обновления).

3. Уровень обработки и моделирования: структурирование данных на сервере и дальнейшее их использование для формирования динамического взвешенного графа логистической сети. Вершины графа соответствуют источникам и получателям, а рёбра – возможным маршрутам между ними. Веса рёбер рассчитываются с учетом расстояния, текущей проходимости, загруженности узлов.

4. Уровень маршрутизации: применение графовых алгоритмов динамической маршрутизации для построения или корректировки маршрутов на основе актуального графа.

5. Уровень исполнения: передача на бортовые компьютеры транспортных средств обновлённых маршрутов.

Такая архитектура создает основу для сквозной автоматизации логистических процессов от сбора данных до выполнения задачи. Реализация предложенной архитектуры возможна на основе доступных технологий, сравнительный анализ которых представлен в таблице 1.

Анализ параметров, представленных в таблице 1, показывает целесообразность совместного использования обоих протоколов в рамках единой IoT-инфраструктуры. Протокол LoRaWAN оптимален для интеграции стационарных периферийных устройств, таких как датчики наполняемости навозохранилищ, почвенные и метеодатчики. Протокол MQTT является предпочтительным решением для мобильных объектов. Гибридная архитектура, где LoRaWAN обеспечивает сбор данных с распределенных сенсоров, а MQTT – коммуникацию с транспортным парком, формирует технологически сбалансированную основу для системы динамической маршрутизации.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика протоколов LoRaWAN и MQTT для применения в IoT-инфраструктуре агропредприятия

Параметр	LoRaWAN	MQTT
Тип протокола	Низкоэнергетическая технология	Протокол прикладного уровня поверх TCP/IP
Дальность передачи	До 10-15 км (в сельской местности), до 2-5 км (в условиях застройки)	Зависит от базовой сети: Wi-Fi – до 100 м; сотовая связь – до десятков км
Энергопотребление	Очень низкое	Высокое
Частота передачи данных	Низкая	Высокая
Пропускная способность	До 50 байт/с	От 1 КБ/с и выше
Устойчивость к помехам	Высокая	Зависит от базовой сети
Применение в задаче перевозки навоза	Стационарные датчики	Мобильные узлы

Внедрение интегрированной IoT-инфраструктуры для управления перевозкой навоза позволяет достичь ряда преимуществ: снижение времени простоя техники, оптимизация расходов топлива и снижение износа техники. На системном уровне это повысит экологическую и агротехническую безопасность, за счет своевременного и предсказуемого вывоза отходов.

Заключение. Проведённое исследование позволяет сделать вывод о высокой потенциальной эффективности применения систем динамической маршрутизации, интегрированных с IoT-инфраструктурой, для перевозки навоза. Предложенная архитектура, основанная на графовых алгоритмах и гибридном использовании протоколов связи, обеспечивает основу для сквозной автоматизации логистических процессов. Внедрение подобных систем способствует рациональному использованию транспортных ресурсов, снижению эксплуатационных затрат и повышению экологической устойчивости агропредприятий.

Перспективным направлением дальнейших исследований и практических разработок в рассматриваемой области является применение прогностических моделей машинного обучения. Такие модели на основе локальной систематизации логистических данных конкретного предприятия или группы предприятий позволят предсказывать накопление навоза и оптимальные сроки его вывоза с учётом погоды, графика работы предприятий и актуальных транспортных условий.

Библиографический список

1. Экосистема утилизации органических отходов животноводства / С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин, Н.В. Лимаренко // Вестник РГАТУ. – 2020. – С 83-91.
2. Современные технологии в логистике / О.В. Терентьев, В.В. Терентьев, И.Ю. Богданчиков [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского

государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2024. – № 1(20). – С. 111-117.

3. Терентьев, В.В. Оптимизация маршрутов грузовых перевозок / В.В. Терентьев, О.В. Терентьев, Н.Н. Пашканг // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 333-338.

4. Перспективы использования электронного носа в агропромышленном комплексе / М. М. Сябро, М. К. Суханов, Н. В. Лимаренко, К. А. Мороз // Наука Юга России: достижения и перспективы: Тезисы докладов XXI Всероссийской ежегодной молодежной научной конференции с международным участием, Ростов-на-Дону, 14–25 апреля 2025 года. – Ростов-на-Дону: Южный научный центр РАН, 2025. – С. 129.

5. Сябро, М. М. Перспективы применения электронных ольфактометров в пищевой промышленности / М. М. Сябро, М. К. Суханов, Н. В. Лимаренко // Актуальные проблемы науки и техники. 2025: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 95-летию Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, 12–14 марта 2025 года. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2025. – С. 618-620.

6. Лаврентьева, Т.Н. Применение методов теории графов в логистике / Т.Н. Лаврентьева, В.А. Михайлова // Дорожно-транспортный комплекс: состояние, проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов XVII Республиканской технической научно-практической конференции (Чебоксары, 28 марта 2018 г.). В 2 ч. Ч. 1. – Чебоксары: Волжский филиал ФГБОУ ВО «МАДИ», 2018. – С. 182–186.

7. Использование теории графов в транспортной логистике / О.С. Кочегарова, Ю.В. Лажаунинкас, В.С. Мавзовин, Е.Г. Носова // Наука, инновации, технологии и образование: сборник статей Международной научно-практической конференции (Саратов, 01 декабря 2017 г.). – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2017. – С. 217–221.

8. Алейник, Д.В. Оптимизация логистических сетей на основе теории графов / Д.В. Алейник, В.Н. Коломиец, О.В. Косникова // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8, № 11.

9. Терентьев, В.В. Внедрение интеллектуальных систем на автомобильном транспорте / В.В. Терентьев // Надежность и качество сложных систем – 2018. – С. 117-121.

10. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники / А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // 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. 425-429.

11. Филюшин, О. В. Использование специального прицепа с гидравлическими надставными бортами для перевозки картофеля / О. В. Филюшин, А. С. Колотов, И. А. Успенский // 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 330-334.

12. 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.

13. 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.

УДК 338.43

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

ОБЗОР УСТРОЙСТВ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Современный агропромышленный сектор стоит перед важнейшей задачей — кардинально повысить общий объем сбора сельскохозяйственных культур, что требует интеграции новейших научных достижений и передовых агротехнологий. В последние годы методы выращивания растений претерпевают значительные изменения, направленные на оптимизацию процессов и максимизацию урожайности при одновременном снижении затрат на производство. Постоянное совершенствование агротехнических приемов и инновационных решений способствует не только увеличению количества собранного урожая, но и улучшению его качественных характеристик, что имеет решающее значение для продовольственной безопасности и экономической устойчивости отрасли. Внедрение комплексного подхода, включающего использование современных технологий, точного земледелия и научно обоснованных методов управления посевами, позволяет получать стабильные и высокие показатели урожайности зерновых культур в условиях современных аграрных вызовов.

Обеспечение продовольственной безопасности и повышение урожайности во многом зависят от комплексного подхода к сельскохозяйственному производству. Важнейшими факторами здесь выступают грамотный подбор сортов растений, использование современных методов обработки почвы и внедрение инновационных технологий в агротехнику. Не менее значимым элементом является правильное внесение удобрений, что способствует улучшению качества и объема урожая. Кроме того, для сохранения полученного зерна в надлежащем состоянии необходимо применять современные системы хранения, которые минимизируют потери и сохраняют питательные свойства продукции.

Эффективное управление процессом хранения зерна требует строгого соблюдения технологических процедур на всех этапах: начиная с уборки, транспортировки и очистки, заканчивая удалением примесей и сортировкой по фракциям. Важно заранее разработать детальный план размещения сырья, учитывая прогнозируемые объемы поступления и реальные показатели урожая. Такой подход позволяет оптимизировать заготовку и последующую реализацию продукции, обеспечивая стабильность поставок и снижение рисков потерь.

В сельском хозяйстве значительную долю всех работ занимает процесс погрузки, разгрузки и перевозки злаковых культур [7,8,9], ведь именно эти операции обеспечивают своевременную доставку и сохранность урожая. Перевозка тонн зерна — сложный и ответственный этап, без которого невозможно представить современную агропромышленную цепочку.

Особое значение транспортировка приобретает не только при перемещении собранного урожая, но и на этапе подготовки семенного материала. Транспортные машины, задействованные в этой фазе, играют ключевую роль, поскольку сохранение качественных характеристик семян напрямую влияет на будущий урожай. Одним из важнейших показателей семян является их всхожесть, которая, согласно нормативам ГОСТ Р 52325–2005, должна составлять не менее 92 %. Высокий уровень всхожести гарантирует успешное прорастание и развитие растений, что делает контроль качества семенного материала первоочередной задачей.

Одной из главных причин снижения продуктивности является высокая степень микротравмирования, которая возникает из-за частого и неэффективного использования различных транспортирующих устройств. Поэтому при подготовке семян к посеву крайне важно оптимизировать технологический процесс, минимизируя количество этапов транспортировки и обработки. Идеальным решением считается доведение семян до необходимых стандартов качества за один проход, что сокращает риск повреждений и способствует сохранению их всхожести.

В современной агропромышленной технике особое значение уделяется эффективным системам транспортировки зерна, обеспечивающим бесперебойное движение материала на различных этапах обработки и хранения. Транспортирующие устройства можно разделить на две основные категории: машины с тягловым органом и устройства без него. К первой группе относятся

ленточные транспортеры, ковшовые транспортеры (нории) и скребковые транспортеры, которые используют механический привод для перемещения зерна. Безтягловые транспортирующие машины включают винтовые конвейеры, пневматические системы и метательные транспортеры, работающие по принципу подачи зерна без непосредственного тягового элемента.

При выборе оптимального транспортного оборудования ключевыми факторами выступают производительность, максимальная высота подачи материала, ширина захвата и энергопотребление. Эти параметры позволяют подобрать машину, способную эффективно справляться с поставленными задачами при минимальных затратах ресурсов. Современные зернотранспортиёры характеризуются не только высокой производительностью, но и повышенной безопасностью эксплуатации. Они отличаются простотой обслуживания, что снижает время простоя и расходы на ремонт, а также долговечностью, обеспечивающей долгосрочное использование техники без потери качества транспортируемого зерна.

Шнековые транспортеры играют ключевую роль в современной зернопереработке и сельском хозяйстве, обеспечивая эффективную и надежную транспортировку зерна на различные этапы обработки и хранения. По своей конструкции такой транспортер представляет собой закрытую трубу, внутри которой вращается спиральный элемент — шнек. Именно благодаря этому шнеку зерно, загружаемое через приемный бункер, плавно и равномерно перемещается к месту выгрузки, будь то загрузочное устройство, складская бурта или транспортное средство. Длина шнекового транспортера варьируется в широком диапазоне — от 2 до 14 метров, что позволяет адаптировать оборудование под разные производственные нужды. Производительность агрегата напрямую зависит от диаметра шнека и мощности электродвигателя, достигая значений до 90 тонн зерна в час. Таким образом, шнековый транспортер является незаменимым средством для оптимизации процессов перемещения зерна, способствуя повышению общей эффективности производства и снижению трудозатрат. Кроме того, особенности конструкции обеспечивают минимальные потери и повреждения зерна при транспортировке, что особенно важно для сохранения качества продукции.



Рисунок 1 – Шнековый транспортер

Пневматический транспортер служит для быстрого перемещения зерна как по горизонтали, так и по вертикали, что особенно удобно при загрузке сеялок, формировании буртов, а также при погрузочно-разгрузочных операциях на складах, в вагонах и машинах (см. Рисунок 2). К числу его преимуществ относятся герметичность конструкции, низкое энергопотребление и простота в обслуживании. Кроме того, устройство отличается сравнительно невысокой ценой. Однако следует учитывать ряд недостатков: зерно может дробиться при прохождении через шнек, требуется ручное направление зерна к бурту, а дальность транспортировки ограничена длиной самого шнека.



Рисунок 2 – Пневматический транспортер

Пневматические транспортеры функционируют за счёт создания воздушного потока, который обеспечивает перемещение сыпучих материалов. Воздух нагнетается специальным вентилятором, который втягивает продукт из ёмкости и направляет его по трубам к месту выгрузки [2]. При транспортировке зерна производительность такого оборудования может достигать от 8 до 60 тонн в час. Чтобы зерно эффективно перемещалось, скорость воздушного потока должна превышать в два раза ту, при которой зерно начинает взвешиваться в воздухе. Например, если кукуруза начинает "парить" при 17 м/с, то поток воздуха должен иметь скорость не менее 35 м/с.

Гибкие трубопроводы для транспортировки зерна обеспечивают быструю установку — всего за несколько минут — и позволяют перемещать зерно на расстояния до 200 метров. Благодаря использованию электродвигателя или вала отбора мощности трактора, такой способ работы становится весьма универсальным. Среди преимуществ, стоит отметить, высокую производительность и удобство в эксплуатации, а также более аккуратную работу по сравнению с традиционными механическими методами. Дополнительно летом при каждой операции происходит лёгкое подсушивание зерна и частичное отделение примесей низкой плотности.

Скребковый транспортер служит для перемещения зерновых масс, как по горизонтали, так и под углом (см. Рисунок 3). В его конструкции предусмотрены два горизонтальных транспортера с цепными скребками и один продольный желоб, в котором движется цепь со скребками. Основной рабочий

механизм заключается в протягивании груза вдоль внутренней поверхности кожуха. Высота расположения, как питателя, так и центрального продольного транспортера может регулироваться. Для привода системы используются цепи, ленты либо канаты, а общая мощность электродвигателей достигает 10 кВт, что обеспечивает движение всех компонентов [5,6]. Питатель имеет ширину захвата до 4,5 метров, что дает возможность перерабатывать до 100 тонн зерна в час, при этом максимальная высота выгрузки может составлять 4 метра.



Рисунок 3 – Скребковый транспортер

К устройству присущи определённые минусы, включая разрушение зерна и износ направляющих и скребков, что сопровождается высоким уровнем шума при эксплуатации. Вместе с тем, конструкция предусматривает вращение желоба на 90 градусов в любую сторону, что позволяет либо непрерывно загружать транспорт, либо аккуратно формировать ровный борт зерна.

Нория — это устройство, которое используется для подъёма зерна в вертикальном направлении (см. Рисунок 4). В её работе ключевую роль играет приводной барабан, который приводит в движение ленту с прикрепленными ковшами. В нижней части конструкции ковши наполняются зерном, затем поднимаются вверх, где в верхней точке происходит их опрокидывание, и зерно высыпается в отдельный выпускной канал. После разгрузки ковши возвращаются вниз по обратной шахте уже пустыми.

Данное оборудование выделяется высокой эффективностью, позволяя транспортировать материалы как вертикально, так и под острым углом, при этом занимая мало места. Оно способно подавать сырье на значительные высоты с производительностью до 175 тонн в час, при этом потребляя сравнительно мало электроэнергии. Вместе с тем, следует учитывать определённые ограничения: зерно в процессе работы испытывает значительные ударные воздействия, конструкция устройства достаточно сложна, а чувствительность увеличивается при перегрузках. При переходе на другой вид груза необходимо тщательно очищать ковш и шахту. Кроме того, нории часто становятся источником пожаров, поскольку внутри них скапливается пыль в концентрациях, опасных с точки зрения взрывоопасности.



Рисунок 4 – Нория

Ленточные конвейеры, предназначенные для транспортировки зерна, характеризуются простой конструкцией, состоящей из ленты и роликовых опор (см. Рисунок 5). Приводной барабан, контактируя с лентой, обеспечивает её движение, благодаря чему перевозимый груз перемещается по поверхности ленты [3]. Зерно может загружаться как вручную, так и с применением механизированных средств. Для равномерного распределения материала подача должна быть непрерывной и плавной. В случае использования механических загрузчиков рекомендуется оснащать систему дозирующими загрузочными люками, позволяющими регулировать количество подаваемого сырья. Выгрузка происходит самостоятельно под действием силы тяжести.

Данное оборудование характеризуется высокой производительностью, надежностью и удобством эксплуатации, а также экономным расходом материалов и бережным обращением с зерном во время транспортировки, что снижает риск его повреждения. Тем не менее, к недостаткам стоит отнести ограничение в угле наклона рабочей поверхности — лента не способна эффективно функционировать при наклоне более 20° . Кроме того, лента имеет сравнительно небольшой срок службы, а расходы на её замену могут достигать половины стоимости всей системы.



Рисунок 5 – Ленточный транспортер

Исследования различных систем транспортировки зерна выявили, что ленточные транспортеры и нории отличаются минимальным уровнем повреждений зерна, однако их использование затруднено при транспортировке под некоторыми углами наклона. В то же время пневматические транспортеры способны перемещать зерно в любом направлении, но характеризуются высокой затратностью энергии. В связи с этим возникает необходимость создания нового типа транспортера, который объединит преимущества рассмотренных моделей, обеспечивая эффективную и бережную транспортировку зерна [3,4].

Библиографический список

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

2. Патент на полезную модель № 105233 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции : № 2010119314/11 : заявл. 13.05.2010 : опубл. 10.06.2011 / Г. К. Рембалович, Е. П. Булатов, Г. Д. Кокарев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

3. Патент на полезную модель № 81152 U1 Российская Федерация, МПК В62D 37/00. Устройство для стабилизации положения транспортного средства : № 2008139805/22 : заявл. 07.10.2008 : опубл. 10.03.2009 / С. В. Минякин, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

4. Использование BIG DATA для оптимизации транспортного процесса / А. С. Колотов, В. В. Терентьев, И. А. Успенский [и др.] // 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 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 272-276.

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

6. 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.

7. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства / И. А. Успенский, И. А. Юхин, С. Н. Кулик, Д. С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 7. – С. 10-12.

8. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции / К. А. Жуков, И. А. Юхин, И. А. Успенский, Н. В. Аникин // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова. – Владимир: Владимирский государственный университет, 2013. – С. 60-63.

9. Воздействие перевозимого груза на колебания автомобиля / В. Н. Чекмарев, И. А. Успенский, С. Н. Борычев, Н. В. Аникин // Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века : К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии, Рязань, 02–03 марта 2004 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2004. – С. 170-171.

10. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // 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. 6-12.

11. Переработка шин и их элементов / И. А. Афиногенов, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 124. – С. 366-389.

12. Безопасность транспортных перевозок / А. И. Ушанев, О. В. Филюшин, А. А. Желтоухов [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.

13. Филюшин, О. В. Разновидности транспортных средств для перевозки скота / О. В. Филюшин, А. А. Кутыраев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2022. – С. 10-12.

Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 66-71.

14. Анализ современного состояния и перспективы развития техники для внутрихозяйственных перевозок / И. А. Успенский, А. А. Симдянкин, И. А. Юхин, О. В. Филюшин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 202-207.

УДК 656.052

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

СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТА

Оптимизация системы городского транспорта становится стратегическим приоритетом мегаполисов, где высокоэффективная маршрутная сеть и интеллектуальное управление пассажиропотоками критичны для динамичной мобильности населения. Комплексное проектирование интермодальных узлов гарантирует быстрый, комфортный доступ к урбанистическим ядрам, формируя базу экологически устойчивой городской мобильности.

Эффективное управление транспортными экосистемами определяется приоритетом ресурсосберегающих, низкоуглеродных технологий проектирования и лайф-циклового обслуживания подвижного состава. Для обеспечения непрерывного трафика и повышения пользовательского сервиса требуется точное мультимодальное оркестрирование доступных форм мобильности. Важна интеграция показателя урбанистического контекста и социодемографического спроса в формирование смарт-политики и устойчивых логистико-транспортных региональных кластеров.

С целью интенсификации логистического менеджмента муниципального автотранспортного парка, гарантируя его безотказную эксплуатационную готовность и повышение качества сервиса пассажирских потоков, рекомендуется внедрять системно-интегрированный подход, фокусируясь на устойчивой эволюционной модернизации урбанистической транспортной инфраструктуры.

Имплементация передовых цифровых технологий в сегменте муниципальной транспортной инфраструктуры России служит стратегическим катализатором современного урбанистического прогресса нынешнего этапа. Данный подход рассматривается не только как инструмент повышения пропускной способности и алгоритмической оптимизации мультимодального трафика, но и как парадигма формирования эргономичного городского экосценария для граждан. Реализуется это через синергию регуляторных реформ, интеграцию ITS, Big Data и ML-подходов.

Динамичное внедрение GNSS-ориентированных телематических решений ГЛОНАСС/GPS спутникового мониторинга автопарков по всей территории Российской Федерации набирает обороты во всех федеральных округах. Подобные ИТС-платформы радикально повышают эффективность диспетчеризации и логистики трафика, усиливая клиентский сервис и совокупное социально-экономическое благополучие. Синергия указанных smart-city модулей формирует более безопасную, энергоэффективную урбанистическую среду, ускоряя цифровую модернизацию транспортной инфраструктурной экосистемы страны.

Интеграция GPS/ГЛОНАСС-телематики, M2M-IoT-трекеров и CAN-bus-аналитики автопарка превратилась в ключевой модуль Fleet Management, обеспечивающий рационализацию городской и индустриальной мобильности. Такая цифровая конвергенция оптимизировала муниципальные и корпоративные цепочки поставок, сокращая OPEX и повышая TCO-эффективность подвижных активов, усиливая диспетчеризацию, eco-driving, предиктивный мониторинг и безопасность дорожного движения, поддерживая корпоративный carsharing.

Синергия телематических платформ GPS-трекинга с сенсорами измерения расхода горючего стала ключевым стимулом развития транспортно-логистических инноваций. Такие инструменты оптимизируют операционные затраты парка и усиливают KPI его эффективности. Online геолокация и диспетчерский контроль процессов

Мониторинг маршрутов является основным достоинством интеграции представленных логистических решений в транспортировках.

Рациональное применение спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS в интеллектуальных телематических комплексах мониторинга транспорта является критически важным драйвером для результативного управления мультиканальными логистическими потоками и корпоративным автопарком различной спецтехники. Такие решения дают операторам и диспетчерам расширенную big-data-аналитику, поддерживая геофенсинг, предиктивное планирование маршрутов, строгий контроль скорости и снижение топливных затрат.

Комплексная интеграция телематических платформ, CAN-считывателей и IoT-датчиков становится ключевой стратегией сокращения совокупных эксплуатационных издержек автопарка и совершенствования бизнес-процессов. Такая цифровая трансформация повышает безопасность посредством GPS-трекинга, реализует точный учёт ТС через предиктивную аналитику и Machine

Learning, усиливая прозрачность эксплуатации и аудит KPIs TCO. В итоге оптимизируются маршруты, поддерживается eco-driving, рационально расходуются топливо и ресурсы, обеспечивая устойчивую рентабельность предприятия.

На фоне экспоненциального увеличения пассажиропотока и ускоренной цифровизации транспортной отрасли обостряется потребность в апгрейде алгоритмов диспетчеризации. Оптимизировать KPI возможно через интеграцию ITS-платформ, GPS/ГЛОНАСС-трекинга, телематических Big Data-систем аналитики для проактивного управления перевозками.

Внедрение интеллектуально-аналитической платформы мониторинга технического состояния и логистической активности муниципального автопарка, функционирующей на основе спутниковых навигационных протоколов ГЛОНАСС или конвергентного комплекса ГЛОНАСС/GPS, гарантирует мгновенное позиционирование, телеметрию, адаптивную реакцию на динамику пассажиропотока, а также обеспечивает ситуационный аудит, выявляющий резервы оптимизации пропускной способности улично-дорожной инфраструктуры. Данный цифровой инструмент повышает эффективность диспетчеризации подвижного состава и улучшает качество транспортного сервиса горожан за счёт точного, гибкого управления урбанистическим трафиком.

Инновационные навигационно-телематические платформы GNSS/ГЛОНАСС уже выходят за рамки пассивного позиционирования подвижного состава: через IoT-датчики и CAN-шину они параллельно повышают транспортную безопасность, реализуя проактивный мониторинг, оптимизируют расписания рейсов и минимизируют время ожидания. Синергия видеоаналитики, V2X, диспетчерских АСУДД и интеллектуальных сервисов Big Data обеспечивает мегаполисам комфортную устойчивую мобильность, снижая выбросы пассажирского транспорта.

Укрепление транспортно-логистической безопасности и повышение эффективности цепей поставок остаются приоритетом, требующим интегрированного риск-ориентированного менеджмента. Реализация стратегий комплаенс-аудита и IoT-телеметрического биг-дата-мониторинга сквозных операционных процессов онлайн

Развитие грузоперевозок и совершенствование качества оказываемых логистических услуг неизбежно повышают безопасность транспортного пространства, одновременно оптимизируя управленческие процедуры и эффективное ресурсное планирование в цепях поставок.

Встраивание телематической экосистемы Locatrans, покрывающей мониторинг, GPS/ГЛОНАСС-трекерную диспетчеризацию подвижного парка, в сквозные бизнес-процессы формирует стратегический вектор: такая архитектура повышает прозрачность логистики, укрепляет пассажиро- и грузобезопасность, позволяя через Big Data-аналитику, IoT-датчики, predictive maintenance в режиме реального времени мгновенно выявлять, геореференцировать аварийные, кибернетические риски либо форс-мажорные отклонения, оптимизируя SLA-KPIs менеджмента.

Для эффективной реализации стратегических ориентиров следует концентрироваться не только на корпоративной дисциплине водителей, но и на предотвращении несанкционированной эксплуатации автопарка в личных целях. Формирование культуры ответственной эксплуатации и сквозной мониторинг поведения сотрудников обеспечивают транспортную безопасность и производственную эффективность. Интеграция телематических информационно-логистических платформ fleet-management повысит ключевые операционные метрики, минимизирует потенциальные риски и гарантирует регуляторное соответствие.

Для повышения энергоэффективности транспортно-логистической инфраструктуры важно не только снижать потребление топливно-энергетических и смазочно-охлаждающих материалов, но и минимизировать порожний пробег подвижного состава: подобные действия сокращают углеродный след, увеличивают производительность перевозок и радикально уменьшают эксплуатационные издержки.

Комплексное устойчивое развитие городской транспортной инфраструктуры достигается интеграцией интеллектуальных транспортных систем (ИТС), предоставляющих пассажирам через мобильные клиенты и открытые API потоковые данные о расписании, интервалах, прогнозной прибытии и загрузке подвижного состава в режиме реального времени. Дополнительный импульс цифровой модернизации обеспечивает подключение ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС», синхронизирующееся с экстренными службами посредством мгновенной телематики ДТП, ускоряя реагирование и минимизируя последствия дорожных инцидентов.

Интеграция интеллектуальных транспортных систем V2X и цифровых IoT-платформ в логистическую отрасль радикально повысит безопасность трафика, оптимизирует энергопотребление, минимизирует антропогенный ущерб.

В условиях масштабной цифровизации транспорта внедрение интеллектуальных кибер-физических систем для снижения аварийности становится краеугольным компонентом комплексной стратегии повышения дорожной безопасности, мобильности и комфорта поездок. Оптимизация работы городского транспорта и его энергоэффективности входит в число приоритетов профильных операторов. Интеграция IoT-датчиков, V2X-коммуникаций и Big Data-аналитики в инфраструктуру усиливает диспетчеризацию транспортных потоков и предиктивный контроль подвижного состава.

Внедряя передовые телематические комплексы и интеллектуальные платформы контроля — от GPS/ГЛОНАСС-маяков, датчиков расхода топлива и акселерометров до модулей CAN-шины, — автотранспортные предприятия не только визуализируют местоположение автобусов, троллейбусов и маршруток, но и совершенствуют графики рейсов, снижая удельные затраты горючего. Централизованная диспетчерская аналитика сокращает потребление энергоносителей, повышает эксплуатационную безопасность, стабилизирует показатели пассажирского сервиса, тем самым модернизируя общественный

транспорт и усиливая доверие пользователей к городским и междугородним перевозкам.

Внедрение интеллектуальных систем видеоаналитики, киберфизических сенсорных сетей и распределённых вычислительных узлов в общественную транспортную инфраструктуру функционирует ключевым инструментом не лишь повышения техногенной устойчивости и антитеррористической защищённости пассажиропотока, но также оптимизации финансового учёта эксплуатационных издержек на жизненный цикл подвижного состава. Применение таких цифровых решений, сочетающих машинное обучение, обработку больших данных и IoT-платформы, демонстрирует значительный потенциал как в гарантировании индивидуальной безопасности пользователей, так и при построении эффективного диспетчерского управления городскими транспортными кластерами, непосредственно сокращающего операционные расходы. Дополнительная модернизация контрольно-диагностических модулей улучшает урбанистическую экологию посредством минимизации углеродного и токсичного эмиссионного следа отрасли. Указанные стратегии формируют безопасную, экологически устойчивую среду города.

Библиографический список

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

2. Патент на полезную модель № 105233 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальная кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции : № 2010119314/11 : заявл. 13.05.2010 : опубл. 10.06.2011 / Г. К. Рембалович, Е. П. Булатов, Г. Д. Кокарев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

3. Патент на полезную модель № 81152 U1 Российская Федерация, МПК В62D 37/00. Устройство для стабилизации положения транспортного средства : № 2008139805/22 : заявл. 07.10.2008 : опубл. 10.03.2009 / С. В. Минякин, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

4. Использование BIG DATA для оптимизации транспортного процесса / А. С. Колотов, В. В. Терентьев, И. А. Успенский [и др.] // 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 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 272-276.

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

6. 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.

7. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства / И. А. Успенский, И. А. Юхин, С. Н. Кулик, Д. С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 7. – С. 10-12.

8. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции / К. А. Жуков, И. А. Юхин, И. А. Успенский, Н. В. Аникин // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова. – Владимир: Владимирский государственный университет, 2013. – С. 60-63.

9. Воздействие перевозимого груза на колебания автомобиля / В. Н. Чекмарев, И. А. Успенский, С. Н. Борычев, Н. В. Аникин // Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века : К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии, Рязань, 02–03 марта 2004 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2004. – С. 170-171.

10. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 6-12.

11. Переработка шин и их элементов / И. А. Афиногенов, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 124. – С. 366-389.

12. Безопасность транспортных перевозок / А. И. Ушанев, О. В. Филюшин, А. А. Желтоухов [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: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2024. – С. 300-306.

13. Анализ современного состояния и перспективы развития техники для внутрихозяйственных перевозок / И. А. Успенский, А. А. Симдянкин, И. А. Юхин, О. В. Филюшин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 202-207.

УДК 631.348.45

*Шамбазов Е.А., магистрант 1 курса,
Юмаев Д.М., канд. техн. наук, ст. преподаватель
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ ОПРЫСКИВАЮЩИХ СИСТЕМ И МАШИН ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Актуальность использования опрыскивателей в агропромышленном секторе объясняется их эволюцией из базового агрегата распыления агрохимикатов и удобрений в центральный компонент стратегии точного и устойчивого земледелия.

В эпоху импортозамещения и защиты продовольственной независимости прецизионное и своевременное внесение агрохимикатов критично для агроэкономической рентабельности.

Инновационные опрыскиватели, интегрированные с GPS, ИИ-алгоритмами и мультиспектральными камерами, переводят хозяйства от тотальной дистрибуции к прецизионному внесению. Точечная аппликация снижает пестицидный пресс на агрогеосистему и биоту, одновременно тормозя эволюцию генетически устойчивых фитопатогенов. Следовательно, современный опрыскиватель рассматривается агрономами как киберфизическая агротехнологическая платформа, чья телеметрируемая работа определяет продуктивность агроценозов, пищевую безопасность урожая и экосистемную стабильность полного сельскохозяйственного ландшафта сегодня. Их разработка, производство и внедрение отражают стратегию агросектора по цифровизации, прецизионному земледелию и использованию ресурсов, делая машины ключевым звеном цепочки ценности.

В агропромышленных хозяйствах высоко ценятся прецизионные модели самоходных штанговых опрыскивателей «Туман-2», «Туман-3», John Deere R4040 и R4038

Главная ценность опрыскивателя John Deere R4040 — формирование комплексной умной агротехнологической экосистемы.

Ключевым элементом агротехнологии служит система ExactApply, стабильно дозирующая потоки рабочей жидкости вне зависимости от скорости агрегата и метеофакторов.

Контроль цифровизированного агропроизводственного комплекса целиком сконцентрирован оператором. Просторная, эргономически оптимизированная кабина с интуитивным интерфейсом Command View усиливает HMI, совершенствует автопилотное руководство опрыскивателем и снижает психофизиологическую нагрузку экипажа. Сквозная интеграция с облачной платформой John Deere Operations Center, совместимой с ISOBUS-CAN и RTK-GNSS телематикой, обеспечивает переменное дозирование агрохимикатов по prescription-картам, демонстрируя прикладную реализацию точного земледелия.

«Туман-3» при этом демонстрирует лидирующую манёвренность и внедорожную проходимость. Данный самоходный опрыскиватель способен автономно проводить агрохимические операции в сжатые агротехнологические сроки.

«Туман-3» демонстрирует повышенную пропускную способность, позволяя

Противодействовать фитосанитарным угрозам—эпифитотиям-патогенов либо инвазиям-энтомовредителей, тем-самым эффективно сохраняя урожай.



Рисунок 1 – John Deere R4040

Следовательно, самоходный агрегат-опрыскиватель «Туман-3» формирует уникальный целевой сегмент рынка, даруя агрохолдингу тактическую и стратегическую гибкость: машина трансформируется в полифункциональный модуль экстренной агрохимобработки любых земель, обеспечивая мгновенную фитосанитарную защиту посевов независимо от микроклиматических колебаний и агрофизики грунта.

Будущее самоходных опрыскивателей связывается с их эволюцией из нишевой агротехники в центральный модуль интегрированной цифровой агроэкосистемы «умного» поля. Акцент смещается с наращивания производительности или рабочей ширины на создание роботизированных платформ, способных посредством IoT-сенсоров и ИИ адаптивно обрабатывать динамические агрофоны, учитывая показатели влаги, фитосанитарного состояния.

Базисом инновации станет интеграция с экосистемой интернета вещей (IoT), при которой опрыскиватель-робот перестанет просто идти по заранее загруженному треку, а начнёт непрерывно принимать и анализировать бигдаты от дронов, спутников, лидара и почвенных полевых сенсоров. Это переведёт систему с уровня дозированного внесения смесей к моментальному контролю биопродуктивности каждого элемента, динамически подстраивая состав и норму внесения в ходе движения. Агромашина сформирует не один гербицид, а персональный коктейль веществ, объединяющий микроэлементы-биостимуляторы и биоконтроль, согласованный с текущей фитосанитарной ситуацией и потребностями культуры.



Рисунок 2 – Туман – 3

Экологическая и экономическая результативность сельхозпроизводства поднимется на новый уровень благодаря интеграции компьютерного зрения и искусственного интеллекта для идентификации сорняков и вредителей. Протокол spot-application, предполагающий ультраточечное внесение препаратов, станет отраслевым эталоном, минимизируя пестицидную нагрузку и радикально сокращая себестоимость обработки. Одновременно нарастит зрелость автономия: опираясь на модели машинного обучения, мультисенсорную телеметрию и предиктивную аналитику, флот роботизированных опрыскивателей функционирует круглосуточно в формате «безлюдного поля», синхронизируя манёвры через единую агроплатформу предприятия.

Тем самым самоходный опрыскиватель грядущих лет предстает не обычной машиной, а кибернетическим робот-агрономом. Его эволюция ориентирована на высшую ресурсную и экологическую устойчивость агросистем, где каждое решение, поддержанное бигдатою бортовых сенсоров, алгоритмически обосновано, а каждое вмешательство прецизионно, прогнозируемо и предельно результативно.

Библиографический список

1. Экспериментальное обоснование параметров форсунки-распылителя для агропромышленного комплекса / Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 193-200.

2. 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 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет Инженерный факультет. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022.

3. Юмаев, Д. М. Влияние дождевых насадок на эрозию почвы / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 429-434.

4. Важность регулярного технического обслуживания сельхозтехники / А. И. Ушанев, О. В. Филюшин, А. А. Желтоухов [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: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2024. – С. 82-88. –

5. Основные причины выхода из строя деталей сельскохозяйственной техники / О. В. Филюшин, А. И. Ушанев, А. А. Желтоухов [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: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2024. – С. 75-82.

6. Исследование параметров современных систем внесения жидких удобрений на основании анализа форсунок-распылителей / Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, А. В. Ерохин // 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, 24 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 224-228.

7. Анализ препаратов для роста и развития растений / Д. М. Юмаев, А. А. Назарова, А. А. Желтоухов, Е. А. Шамбазов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 122-129.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024661412 Российская Федерация. «программа визуализации результатов технологического расчета объемного и массового расходов защитных покрытий» : № 2024660240 : заявл. 07.05.2024 : опубл. 17.05.2024 / Д. М. Юмаев, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

9. Совершенствование технических средств внесения жидких минеральных удобрений при посеве / Э. И. Фунтиков, Е. А. Шамбазов, И. С. Николаева, Д. М. Юмаев // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 67-68.

10. Совершенствование процесса внесения жидких минеральных удобрений при посеве / Э. М. Фунтиков, С. В. Николаев, И. С. Николаева, Д. М.

Юмаев // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 69-70.

11. Юмаев, Д. М. Анализ современных дождевальных машин для орошения сельскохозяйственных культур / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 295-299.

12. Патент на полезную модель № 210604 U1 Российская Федерация, МПК А01С 1/08. устройство для обработки семян горячим туманом : № 2021137210 : заявл. 14.12.2021 : опубл. 22.04.2022 / Р. В. Безносюк, И. Н. Горячкина, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

13. Шамбазов, Е. А. Обзор современных опрыскивателей в АПК / Е. А. Шамбазов, Д. М. Юмаев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 15 октября 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 53-57.

14. Юмаев, Д. М. О самоходных отечественных опрыскивателях 2025 / Д. М. Юмаев, Р. Р. Исмаев // Научно-технический потенциал отечественного АПК : Материалы V Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 25 ноября 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 275-281.

15. Акулинин, А. Д. Рынок современных самоходных отечественных опрыскивателей / А. Д. Акулинин, Д. М. Юмаев // Инженерные решения для АПК, Рязань, 14 ноября 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 41-44.

ДИНАМИКА И МАСШТАБЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В РАЗНЫХ ГОСУДАРСТВАХ

Картофель, отличаясь высокой энергетической ценностью, насыщенным витаминно-минеральным спектром и генетической вариабельностью, остаётся опорной культурой агропродовольственных цепочек. Данный клубнеплод является не только базовым компонентом рациона населения, но и приоритетным сырьём пищевой биотехнологии. По всему миру, от интенсивных агроферм США до мелких хозяйств Океании, культура успешно противостоит множеству абиотических стрессоров, демонстрируя адаптивный потенциал.

Адаптационно-генетическая пластичность картофеля к разнотипным агроклиматическим условиям предопределяет его глобальное потребление и возделывание примерно в 140 странах мира.

Картофель, являясь высокопродуктивной клубнекультурой, повсеместно возделывается на континентах Азии, Африки и Европы, оставаясь стратегически важнейшим компонентом мировой агропродовольственной матрицы индустриально ориентированной экономики.

Территории Западной и Восточной Европы, располагая оптимальными агроклиматическими ресурсами и высокими агрохимическими характеристиками почвенного профиля, эффективно выращивают картофель, обеспечивая стабильно рекордную урожайность. Бельгия, Нидерланды, Германия и Дания выступают ключевыми агропромышленными центрами европейского картофелеводства. Аналогичные метеоклиматические и почвенно-фертильные условия характерны для юга Британии, севера Франции, а также Польши, Чехии и западных регионов России, подтверждая их статус ведущих производителей панъевропейского агропродовольственного кластера.

Оценивая стратегическую значимость картофельной агрокультуры, необходимо отметить, что её глобальное масштабирование и непрерывная синергия агротехнологий, селекционно-геномных методов и фитосанитарно-интегрированной защиты увеличивают качественные параметры и урожайность данного востребованного пищевого корнеплода.

Перечисленные факторы необходимо анализировать, признавая критическую роль *Solanum tuberosum* в агропродовольственной цепочке и мировой продовольственной устойчивости макроэкономически [1–11].

К рубежу 1990-х годов картофель, представляющий вид *Solanum tuberosum*, окончательно закрепился в статусе ключевой культуры, поддерживающей мировую продовольственную стабильность. Сведения агроцензуса 1994 года зафиксировали, что глобальный валовой сбор клубней

достиг рекордных объёмов. Посевные площади под данной фитосистемой охватывали 18 миллионов гектаров. Европейская агропромышленная зона лидировала, формируя 61,6% общемирового производства, тогда как Азия и Америка поставляли лишь 2,0% и 10,8% соответственно, по данным аналитиков [14].

Российская Федерация активно подключилась к глобальной инициативе расширения посевных площадей под картофель, отведено около 3327 тыс. га. Тем не менее, несмотря на масштабные агротехнологические мероприятия и значительный земельный ресурс, средняя урожайность клубней оставалась ниже мировых показателей стандартов, составляя лишь 101 ц/га, фиксируя отставание.

Тот факт, что мировой средний урожай составляет 148 центнеров с гектара, демонстрирует потенциал дальнейшей внутренней агрономической модернизации, интенсификации технологий и роста продуктивности земледельческого сектора Российской империи.

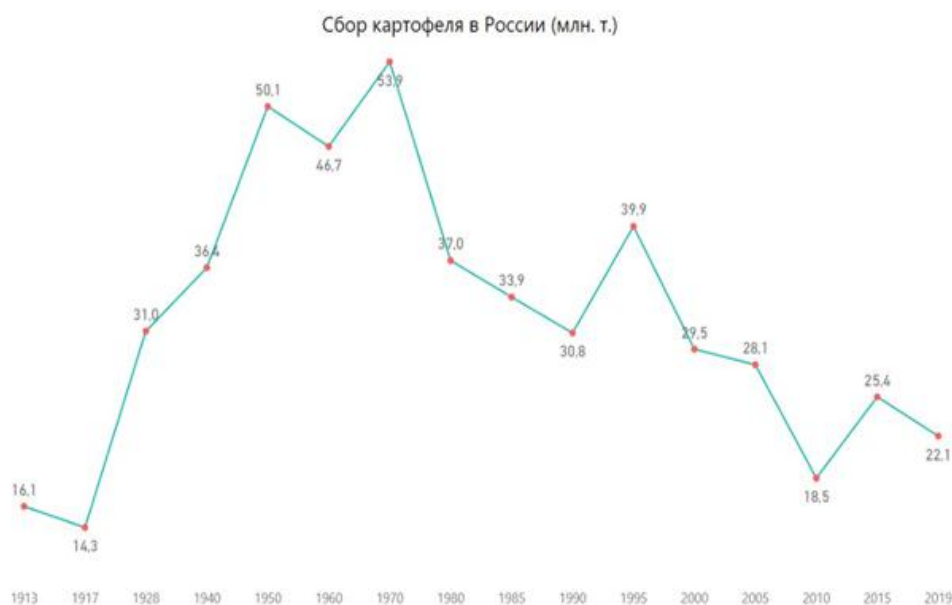


Диаграмма 1 – Урожайность картофеля в России, РСФСР и Российской Империи

Сводная группа государств, традиционно относимых к мировым лидерам аграрного комплекса, на практике доказала, что селекционно-генетический ресурс и инновационный агротехнологический инструментарий данной культуры способны обеспечивать существенно более высокие результаты. Уже к 1994-му Нидерланды фиксировали 450 ц/га; при этом Франция, Германия, Дания, Великобритания стабильно получали 327, 316, 474, 415 ц/га соответственно за каждый завершённый вегетационный период товарных посевов, подтверждая статистически потенциал.

Несколько государств, традиционно позиционирующихся как аграрные лидеры, продемонстрировали, что генетико-селекционный и технологический потенциал указанной культуры намного выше прогнозируемого. Уже к 1994

году Нидерланды зафиксировали мировой максимум: продуктивность составила 450 ц/га. Франция, Германия, Дания и Великобритания получили близкие параметры, применяя прецизионное земледелие, интегрированную фитозащиту, дифференцированное минеральное питание — 327, 316, 474 и 415 ц/га.

Рассматривая историческую динамику, очевидно, что интенсификация урожайности играла ведущую роль в аграрной политике многих цивилизаций.

Доказано, что инновационные агротехнологии — генетико-селекционный материал, сбалансированное применение минеральных макро- и микроудобрений, водосберегающее капельное орошение — системно внедрялись аграрными державами, инициируя экспоненциальный прирост валовой продукции культур, включая картофель, прозванный «вторым хлебом».

Эти технологические сдвиги подчёркивают значимость агроэкологии и интегрированных систем земледелия для повышения плодородия и отраслевой эффективности [12,13,15,16,17].

На рисунке №2 продемонстрированы аграрно-экономические показатели валового сбора картофеля. Абсолютным лидером по площади и валовой отдаче остаётся азиатский континент, формирующий 189,8 млн тонн, то есть 51 % мирового объёма. Второе место в структуре принадлежит Европе с результатом 107,2 млн тонн (29 %), а американский регион фиксирует 45 млн тонн (12 %). Итоговую картину дополняют Африка и Океания: 26,5 млн тонн (7 %) и 1,7 млн тонн (1 %).

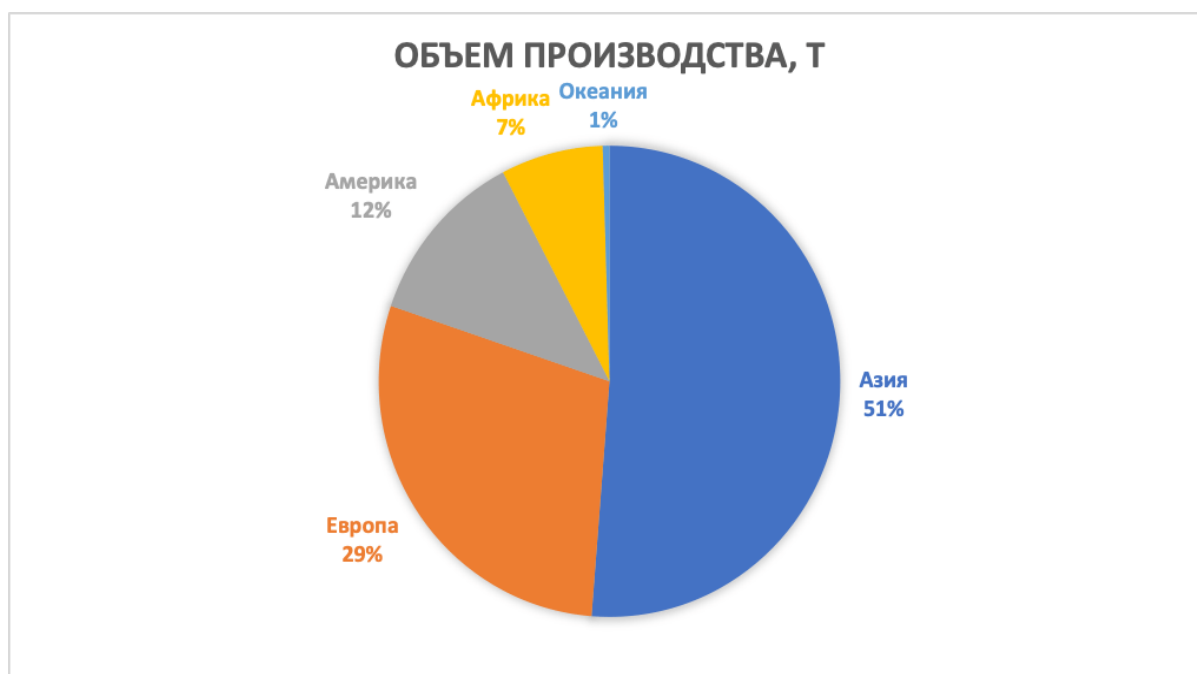


Рисунок 2 – Мировой объем производства картофеля

Совершенствование исполнительных органов агротехнологических машин ориентировано на комплексную интеграцию инновационных инженерных решений и реконструкцию механизмов, повышая

эксплуатационную эффективность агрегатов МТК и урожайность культур, преимущественно картофеля, на всех производственных этапах.

Библиографический список

1. Теоретические исследования культиваторов для окучевания картофеля с пассивными рабочими органами / А. В. Шемякин, Ж. В. Даниленко, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 174-181.

2. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов, С. Н. Борячев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 48-55.

3. Перспективные технические решения для внесения удобрений при возделывании картофеля / В. С. Тетерин, Н. В. Липатов, М. Ю. Костенко [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2024. – 165 с.

4. Разработка шнекового дозирующего устройства твердых минеральных удобрений / М. Ю. Костенко, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 5(311). – С. 16-21.

5. Анализ урожайности картофеля при обработке семян туманом биопрепаратов / А. В. Шемякин, И. Н. Горячкина, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 139-147.

6. Влияние предпосадочной обработки клубней на урожайность картофеля / И.С. Питюрина, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. 2021. № 4 (46).

7. Иванов, Б. Л. Повышение эффективности химической защиты растений с применением оригинальных форсунок / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики: Научные труды II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 25-26 января 2022 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. - С. 128-133.

8. Исследование работы генератора горячего тумана при обработке стеблестоя / М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, И. Н. Горячкина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротех-нологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 4(44). - С. 87-92.

9. Модернизированный прицепной агрегат малообъемного опрыскивания / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, Т. Хохмут, А. В. Дмитриев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01-03 июля 2021 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. - С. 199-204.

10. Оценка распределения капель дезинфицирующей жидкости по обрабатываемой поверхности / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, А. И. Рудаков, М. А. Лушнов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 3(54). - С. 103-107.

11. 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.

12. 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, Г. К. Рембалович, Р. В. Безнасюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

13. Инновационные процессы и устройства для "бережной" сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [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.

14. 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 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2014. – С. 141-142.

15. Инновационные решения уборочно–транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г. К. Рембалович, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [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.

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

17. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, Г. Д. Кокорев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 72-74.

18. 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. А. Успенский, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

19. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

20. Кирюшин, И. Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины / И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 1(21). – С. 112-114.

УДК 631.356.4

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

ТЕХНИКА ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

Отраслевые эксперты прогнозируют, что валовой сбор картофеля на национальном агропищевом рынке достигнет порядка 35–37 млн т. Причём ключевым критерием выполнения целевого индикатора считается то, что 30–40 % указанного объёма обязано поступить из специализированных агропредприятий, включая семеноводческие и технологические кластеры. Радикальное снижение энергозатрат и человеко-часов на фазы уборки возможно при использовании многофункциональных картофелеуборочных комбайнов с одновременной перегрузкой клубней в транспорт. Однако отечественные агрегаты [1,2,3] не удовлетворяют актуальным агротехнологическим регламентам, поэтому необходимо проектирование и коммерциализация более эффективных конструкций для устойчивого развития отрасли в долгосрочной перспективе.

Современные агротехнологические подходы заметно расширили ассортимент схем высадки картофеля и допустимую ширину междурядий. Если ранее эталоном считалось междурядье 70 см, то сегодня аграрии активно апробируют различные конфигурации: 75 либо 90 см при гребневой технологии, а также 110+30 и 140 см в условиях грядовой системы. Корректное задание междурядий критически влияет на фотосинтетическую освещённость листового аппарата, оптимизацию почвенной аэрации, формирование размера клубней, механизированный уход и продуктивность.

Экспериментальные данные подтвердили, что междурядье картофеля, равное 90 см, обеспечивает превосходство над типовым 70-сантиметровым нормативом по ключевым биометрическим показателям урожайности.

Интегрируя прогрессивные агротехнологии и ресурсосберегающие операции, следует учитывать данный параметр, стабилизируя фотосинтетический потенциал и повышая производственную рентабельность культуры.

Агротехнические показатели культуры максимизируются при размещении её на грядах с междурядным интервалом 110 см плюс дополнительная 30-сантиметровая технологическая полоса на торфяных субстратах или устойчиво увлажнённых горизонтах. В процессе агроинженерного проектирования машин следует строго учитывать указанные параметры, главным образом при подборе и настройке рабочих органов.

Наибольшего распространения достигли секционные плужные лемеха и гибридные агрегаты с боковыми плоскими либо дисковыми ножами пассивно-активного действия в современном сельхозпроизводстве [8].

Современные комбайны оборудованы передовыми технологиями, которые способствуют увеличению эффективности и долговечности работы. Одним из примеров инноваций является использование на элеваторных механизмах резиновых лент с поперечными ребрами, расположенными через равные промежутки. Благодаря этой конструкции снижается шумовой фон и улучшается стабильность функционирования оборудования [4,5].

Современные технологии играют ключевую роль в повышении эффективности сбора картофеля. В российских жатках используются особые элеваторы с 11-миллиметровыми стержнями, расположенными через каждые 41,3 мм, что способствует оптимальной работе оборудования. Для очистки от комков земли применяются разнообразные встряхиватели: активные и пассивные катки, а также механизмы гребенчатого и шнекового типа. Кроме того, конструкция клапанов, способных поворачиваться, помогает минимизировать смещение почвы и уменьшить износ лемехов, обеспечивая более точное выполнение задач. Тем не менее, эксплуатация комбайна с такой системой требует от оператора повышенной концентрации и внимательности.

В зарубежных комбайнах нередко устанавливают возможность регулировки расстояния между стержнями элеватора, что позволяет адаптировать технику под специфические условия уборки и улучшить очистку от почвы. Современные модели всё чаще сочетают функции сбора и погрузки урожая, расширяя спектр выполняемых задач. Для увеличения эффективности

работы внедряются гидравлические системы, которые обеспечивают точное управление механизмами. При уборке картофеля клубни аккуратно направляются в контейнеры, размещённые на разных уровнях, что зависит от условий эксплуатации и особенностей техники.

Для эффективного отделения ботвы от картофеля применяют роликовые устройства, которые располагаются под конвейерными лентами и оснащены особыми механизмами. После удаления зелёной массы клубни проходят дополнительную очистку на специализированных наклонных поверхностях. Затем обработанный картофель транспортируется дальше по производственной линии с помощью ковшовых конвейеров.

На этапе сбора и очистки урожая на полях целесообразно использовать комбайны без встроенных бункеров-накопителей и сортировочных столов. Такие машины сразу загружают картофель в специальный транспорт, что значительно упрощает и ускоряет процесс. Вместе с тем, для повышения производительности могут применяться более мощные комбайны с вместительными бункерами объёмом от 2 до 4 кубометров и выше.

Масса этих машин, достигающая примерно 6 тонн, существенно ограничивает их использование: тяжелая техника затрудняет работу на некоторых типах почв и осложняет взаимодействие с тракторами. Кроме того, высокая цена таких комбайнов снижает их популярность среди сельхозпроизводителей. В ответ на эти проблемы появилась необходимость в создании более легких и экономичных моделей, способных уменьшить негативное влияние на почвенную структуру [6,7,8]. В результате объединённых усилий ВИМ, НИИКХ, ВИСХОМ и других научных учреждений были созданы передовые образцы сельскохозяйственной техники.

Среди разнообразных моделей картофелеуборочных комбайнов особое внимание заслуживают УКП-2, УК-2 и УКК-2, которые адаптированы для работы на полях с междурядьями 70, 75 и 90 сантиметров соответственно. Эти машины обеспечивают высокую эффективность сбора урожая благодаря своим техническим особенностям, подробно описанным ниже для более глубокого понимания их функционала и преимуществ.

На схематическом изображении под номером 1 показана агрегатная схема картофелеуборочного комбайна УКК-2, реализующего пооперационную технологию уборки клубней. Сначала копирующие ролики (маркированные позицией 1) перемещаются вдоль смежных гребневых борозд, точно репродуцируя их профиль. Одновременно они рыхлят слежавшиеся агрономические пласты, облегчая функционирование подкапывающих органов, обеспечивая требуемую глубину внедрения рабочих элементов почвы.

Первоначально специализированный плужной лемех индекс-2 аккуратно поднимает гребни из пахотного слоя, параллельно подрезая их парой боковых дисковых ножей. Далее собранная почва и клубни направляются на главный сепарирующий транспортер — пальчиковый элеватор индекс-3, где механически отсеивается порядка 50–70 процентов грунта. Клубни перемещаются на вспомогательный ленточный конвейер индекс-8, предназначенный для последующей подачи к очередному узлу очистки. Перед

этим корнеплоды проходят через ботвоудалитель индекс-7, надежно отделяющий ботву и другие поверхностные растительные примеси без повреждения клубней.

После прохождения второго подъёмного конвейера картофель поступает к устройству под номером 7, выполняющему финальную очистку от остатков ботвы, не удалённых ранее. Изначально второй элеватор удаляет из картофельной массы посторонние включения: землю, сорные растения и листву. Затем клубни загружаются в ковши конвейера №13, поднимающего их для последующих операций.

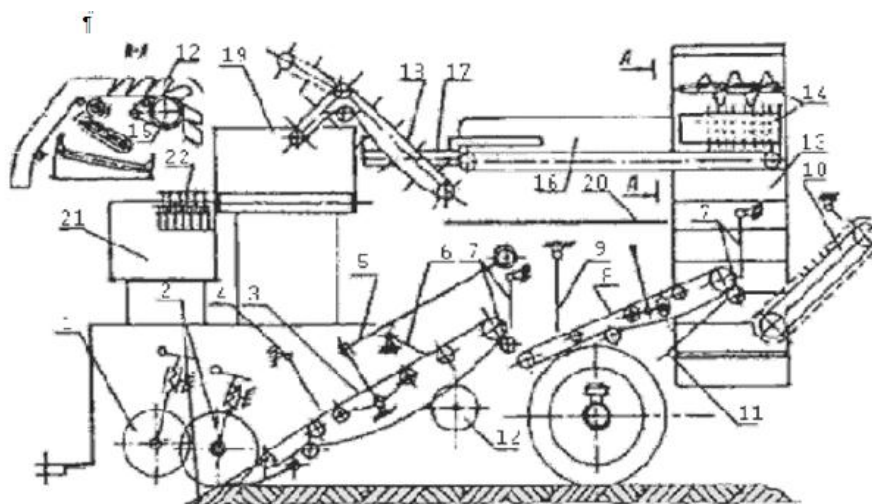


Рисунок 1 – Принципиальная схема картофелеуборочного комбайна УКК2:

- 1 – копирующие катки; 2 – выкапывающие лемеха с боковыми дисками;
- 3 – основной элеватор; 4 – экран; 5 – механизм встряхивания; 6 – механизм ворошения;
- 7 – ботвоудалитель; 8 – второй элеватор; 9 – фартук; 10 – выносная горка;
- 11 – скатный щиток; 12 – очиститель полотна; 13 – подъемный транспортер;
- 14 – горка со шнеком; 15 – внутренний транспортер со шнеком;
- 16 – переборочный стол; 17 – транспортер примесей; 18 – транспортер загрузки бункера;
- 19 – бункер; 20 – технологическая площадка;
- 21 – площадка комбайнера; 22 – пульт управления

Машина УКП-2 служит для уборки картофеля с поля и последующей его загрузки прямо в транспорт, движущийся рядом. Наиболее продуктивно данный агрегат работает в районах с хорошими климатическими условиями, где урожай достигает 15-20 тонн с одного гектара и выше. После того как картофель поднимается вверх, он вместе с примесями поступает на следующую платформу, оснащённую шнеком 14, разработанным Н.В. Бышовым. В аграрном секторе, кроме стандартных комбайнов, широко применяют специализированные устройства — картофелекопатели, которые предназначены для извлечения и аккуратного размещения картофельных клубней на поверхности земли. Хотя сбор урожая картофеля часто требует больших физических затрат и нередко проводится вручную, в ряде

труднодоступных участков именно этот метод остается единственным вариантом. Картофелекопатель, схожий по составу с комбайном УКК-2 на 90 %, оснащён механизмами для рыхления почвы и удаления растительных остатков, но не имеет загрузочного конвейера. Такая техника обеспечивает возможность выгрузки клубней непосредственно в транспорт, как при остановке, так и во время движения по полю, что существенно увеличивает производительность сбора.

С целью оптимизации этого процесса был создан двухрядный картофелекопатель модели УК-2, который интегрировал в себя элементы подкапывающего и сепарирующего устройств из моделей УКК-2 и УКП-2.

Библиографический список

1. 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. А. Успенский, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

2. 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, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ).

3. 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, А. А. Голиков, Д. Н. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ).

4. 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. А. Успенский, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

5. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 48-55.

6. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

7. Бышов, Н. В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повышение эффективности картофелеуборочных машин : специальность 05.20.0405.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Бышов Николай Владимирович. – Рязань, 2000. – 414 с.

8. Усовершенствованное устройство для сепарирования клубней картофеля / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. – № 11. – С. 6-7.

9. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // 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. 6-12.

10. 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 науч.-практ. конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н. Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 209-215.

11. 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.

12. Кирюшин, И. Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины / И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 1(21). – С. 112-114.

13. 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.

14. История развития техники для уборки картофеля / И. А. Успенский, С. Н. Борычев, И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Сельский механизатор. – 2013. – № 5. – С. 4-5.

15. 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.
16. 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.
17. Технические вопросы обеспечения органического земледелия в России / В. И. Старовойтов, В. Б. Минин, А. А. Устроев [и др.] // Картофелеводство : Материалы научно-практической конференции, Москва, 01–03 августа 2017 года / Под редакцией С.В. Жеворы. – Москва: ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха", 2017. – С. 130-133.
18. Методические рекомендации к типовой технологии крупномасштабного производства оригинальных семян топинамбура / В. И. Старовойтов [и др.]. – Москва : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха", 2016. – 29 с.
19. Старовойтова, О. А. Агрометодика выращивания 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". – 2017. – № 1(77). – С. 7-13.
20. Манохина, А. А. Методика выращивания топинамбура / А. А. Манохина, О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященная 65-летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА, Пенза, 27–28 октября 2016 года. Том II. – Пенза: Пензенская ГСХА, 2016. – С. 160-162.
21. Старовойтова, О. А. Технология выращивания топинамбура в органическом земледелии / 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". – 2016. – № 6(76). – С. 42-47.
22. Старовойтов, В. И. Влияние агрохимикатов на урожайность и потемнение мякоти клубней картофеля / 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". – 2015. – № 5(69). – С. 7-14.

Одним из наиболее технологических и перспективных решений является внедрение в рабочий процесс борон из углеродистых композитных материалов. Например, ротационной бороны Carbon M6000 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ротационная борона Carbon M6000
(материал взят из открытых источников)

Данная борона была разработана российской компанией SKR в 2016 году. Принцип работы данного изделия основан на вращении зубчатого диска, каждый зуб входит в почву под углом 90°. Стреловидное остриё прокалывает верхний слой почвы, боковые грани разрезают грунт, а овальная тыльная поверхность проминает нижнюю часть борозды. Борона собрана из рамы, изготовленной из прямоугольного бруса сечением 80×80×5 мм из стали 09Г2С. Конструкция состоит из трёх брусьев, несущий брус установлен на ребро, элементы соединены пластинами. Такая рама устойчива к нагрузкам и деформациям. Она снабжена игольчатыми колёсами диаметром 510 мм, каждое из которых оснащено 16 коваными зубьями из стали 45. Зубья установлены на индивидуальные подпружиненные S-образные стойки размером 65×12 мм.

Ступицы рабочих органов производятся фирмой SKR. Втулки и пальцы изготовлены из стали 40Х, прошедшей термообработку. Их твёрдость составляет 35–45 НРС.

Характеристики данной бороны:

- ширина захвата - 5,8 м;
- глубина обработки почвы до 50 мм;
- вес данной конструкции - 1150 кг;
- транспортная ширина: 5800 мм, высота — 1050 мм, длина — 1200 мм,
- рабочая длина: 1200 мм, ширина — 5800 мм, высота — 1050 мм.

Расстояние между центрами рабочих органов в ряду: 200 мм, расстояние между центрами дисков переднего и заднего ряда: 580 мм. Рабочий орган

состоит из диска диаметром 510 мм, в количестве 58 штук. Каждый диск оборудован 16-ю рабочими зубьями.

Борона может агрегатироваться с трактором на скорости 12 км/ч и выше (необходимая мощность трактора от 80 л. с.).

Преимуществом данной бороны является устойчивость к нагрузкам, не требующим смазки и сезонного обслуживания.

Из-за высокой посадки рамы её можно регулировать гидравлической навеской трактора, которая позволяет проводить междурядную обработку в более поздние сроки вегетации [3].

Ещё одной моделью данной российской компании является ротационная борона Carbon M12000 (рисунок 2), предназначенная для комплексной обработки полей с шириной захвата 12 метров.



Рисунок 2 –Ротационная борона Carbon M12000
(материал взят из открытых источников)

Она состоит из сцепки Carbon M12000 и двух навесных модулей борон М6000, которые можно использовать как в составе единого агрегата, так и по отдельности (ширина захвата каждого модуля — 6 м), что позволяет быстрее производить обработку почвы за короткий период времени. Данную модель бороны применяют в агрохолдингах и фермах с большой площадью почвы.

Для поверхностной обработки почвы без оборота пласта применяются культиваторы [4]. Одним из решений, разработанных из углеродных композитных материалов, является модель культиватора Carbon K6000 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Культиватор Carbon K6000
(материал взят из открытых источников)

Данный культиватор разработан с конструкционными особенностями, такими как: гидрофикация всех подвижных частей, четырех рядные стрельчатые лапы на S-образных пружинных стойках.

Характеристики данной модели:

- её ширина захвата – 6000 мм, глубина обработки от 30 до 120 мм;
- вес данной модели составляет 3750 кг;
- количество рабочих органов составляет 30 шт. с типом S - образной стойкой 65x12 мм и прокаточными катками в количестве 6 шт. с диаметром катка 305 мм.

Габариты данной модели в рабочем виде составляют 8500 x 6000 x 1400 мм; в транспортировочном положении 6000 x 3000 x 4000 мм.

Эксплуатация Carbon K6000 производится в различных почвенно-климатических зонах России, на почвах, не засорённых камнями и не подверженных ветровой эрозии. Для нормальной работы культиватора, почва на участке должна быть обработана на определенную глубину, при этом влажность почвы должна составлять не более 30 %.

Развитие современных почвообрабатывающих приспособлений направлено на экологизацию сельского хозяйства и уменьшение экономических затрат. Что в свою очередь позволяет внедрять новые технические решения из комбинированных и композитных материалов.

Библиографический список

1. Исмаев, Р. Р. Анализ рабочих органов почвообрабатывающих машин для культивации / Р. Р. Исмаев, Г. К. Рембалович, Д. М. Юмаев // 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 РФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 21 мая 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 4-10.

2. 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 230-233.

3. Анализ современных машин для выравнивания микрорельефа поля / Д. М. Юмаев, И. И. Чернов, А. Д. Акулин, А. Р. Стариков // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 26-33.

4. Основные причины выхода из строя деталей сельскохозяйственной техники / О. В. Филюшин, А. И. Ушанев, А. А. Желтоухов [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: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2024. – С. 75-82.

5. Грунтовка как консервационное покрытие сельскохозяйственной техники / А. И. Ушанев, Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвузовский сборник научных трудов. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2017. – С. 537-548.

6. Бышов, Н. В. Разработка насадки для нанесения консервационного материала при постоянном напоре / Н. В. Бышов, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3(35). – С. 88-91.

7. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 137-143.

8. 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. А. Успенский, Г. К.

Рембалович [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

9. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

10. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 350-353.

11. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – 112 с.

12. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, Е. А. Панкова [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : Доклады Международной научно-практической конференции, Минск, 21–22 марта 2013 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2013. – С. 197-200.

13. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 86. – С. 300-311.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Агротехнологии и методы культивирования картофеля критичны в аграрном производстве, обеспечивая долговременную высокую урожайность, фитосанитарное состояние и товарность клубней.

Данный обзор анализирует инновационно-технологические и эффективные системы складского хранения клубнеплода, параллельно раскрывая траекторию их эволюционирования.

Современные агротехнологии и научные решения по постуборочному хранению картофеля ориентированы на повышение товарного качества клубней, увеличение лёжкости и роботизацию процессов картофелехранилищ.

Картофельные клубни требуют оптимального режима камер хранения:

Долговременная сохранность урожая клубней картофеля обеспечивается эксплуатацией специализированных камер-хранилищ либо модульных контейнеров, поддерживающих оптимальный микроклимат — параметры температуры и относительной влажности. Для исключения перекрёстной контаминации выполняется тщательная сортировка клубней по калибру и коммерческому качеству.

Перед погружением клубней в герметичные камерные ячейки оператор обязан убедиться, что партии должным образом просушены и очищены от частиц грунта, вегетативных фрагментов и прочих адгезионных контаминантов. Хранилища оснащаются рециркуляционными аэросистемами, автоматизированными климат-контроллерами и инсектицидно-фунгицидными барьерами против фитопатий и вредителей. В процессе экспозиции следует регулярно диагностировать физиологию картофеля и при первых дисфункциях применять меры, минимизирующие усушку, прорастание и активность фитопатогенной микробиоты.

Передовые системы складирования картофеля интегрируют контроль микроклимата, аэровентиляцию и логистические процессы. Выделим ключевые:

Стеллажное хранение: В крупнотоннажных агрохранилищах внедрение многоярусно-рамных конструкций для картофеля оптимизирует складской объём и упрощает круглогодичный фитосанитарный мониторинг клубней. Каркасы из древесины либо оцинкованной стали комплектуются переставными полками, воздушными каналами принудительной вентиляции и интегрированными влагосенсорами.

Сетчатые мешки: Указанная тара обеспечивает вентиляцию картофельных клубней, предотвращая влажноконденсацию и, соответственно, развитие микробиальной гнили.

микотической гнили и плесневых колоний. Одновременно они облегчают контроль, калибровку-продукции.

Полимерные ящики: гарантируют эффективное аэрирование, экранируют фотосинтетический спектр, защищают клубни картофеля от механических повреждений и фитопатогенной контаминации.

Актуальность изучения постуборочно-инновационных технологий хранения картофеля определяется множеством факторов:

Расширение агропромышленного потенциала промышленного производства картофеля: рост валовой урожайности диктует разработку инновационных постхранительных протоколов и климаторезистентных технологий его пролонгированного камерного складирования с современной контролируемой средой.

Глобальное потепление усиливает частоту и интенсивность гидротермических засух, провоцируя вододефицит и падение клубнеобразования у картофеля. Интегрированные постуборочные камеры с регулируемой газовой средой минимизируют агрометеорологические угрозы.

Стабилизация нормативов потребительского качества: с эскалацией запросов розничных сетей приоритетом становится товарно-категорийная состоятельность продукции, при этом цепочка постуборочного хранения картофеля-сырца *Solanum-tuberosum* остаётся критичной. Интеграция энергоэффективных систем кондиционирования CA/ULO стабилизирует температурно-влажностный баланс, сохраняя вкус, аромат, тургор тканей клубней и повышая долгосрочную рыночную конкурентоспособность продукции.

Экономический эффект: оптимизация технологий хранения картофеля уменьшает затраты постунитарной агрологистики и, последовательно, на каждом звене цепи поставок снижает розничную цену, повышая доступность продукта массовому сегменту.

Стеллажное хранение столового картофеля представляет собой современное агротехнологическое решение, гарантирующее биологическую сохранность клубней, стабильное качество и потребительскую свежесть. Многоярусные металлические или деревянные рамы позволяют компактно стеллажировать крупные партии продукции в ограниченном объёме хранилища. Перед закладкой материала критично предварительно откалибровать клубни и осуществить фитосанитарную подготовку. Немедленно после уборки урожая проводят подогретую досушку при активной аэрации, подавляя споруляцию плесеней и очаги бактериального разложения. Оптимальный режим хранения предусматривает температуру 5–8 °С и относительную влажность воздуха 80–90 %, поддерживаемые гигростатом.

Использование сетчатых полимерных мешков в логистике и складском хранении картофеля считается распространённой технологией консервации урожая. Такая тара поддерживает интенсивную аэрацию, ограничивает

фитопатогенную флору и минимизирует механические повреждения клубней. Мешки отличает малая масса и удобство транспортировки либо стеллажного размещения. Перед закладкой партии клубни досушивают, удаляют почвенные примеси и все сторонние включения. После очистки продукцию фасуют по мешкам и ставят в прохладные сухие хранилища с стабильным управляемым микроклиматом, активной вентиляцией.

Эксплуатация высокопрочных полимерных контейнеров при длительном хранении картофеля признана технологически и экономически рациональной. Такая тара защищает клубни от механических воздействий, всасывания влаги и инвазий фитофагов. Кроме того, модули легко дезинфицируют: их быстро моют и многократно используют без потери свойств. Клубнеплоды помещают в короба и герметично запирают крышки. Чтобы продлить лёжку, культуру держат при умеренной температуре в сухом, тёмном, аэрируемом хранилище с воздухообменом.

Постуборочные технологические режимы хранения картофеля в многоформатных тароупаковках стабильны: требуется строго контролировать температурно-влажностный баланс, минимизируя усушку, сохраняя физиологический тургор и коммерческое качество клубней до реализации конечному потребителю.

Для предотвращения бактериально-грибковой контаминации корнеплодных и клубнеплодных культур используют не лишь овощехранилища, но и интегрированные агротехнологические протоколы, обеспечивающие постуборочную сохранность урожая.

Рассмотрим постуборочные технологии хранения картофеля:

Применение сухого инертного песка при складском хранении картофеля обеспечивает долговременное сохранение качества клубней: урожай помещают в контейнеры, изолируют субстратом и держат в охлаждаемом складе.

Глиняная инкрустация клубней картофеля: посадочные органы погружают в коллоидную гидросуспензию глины, подсушивают, хранят прохладно; сформированная барьерная мембрана снижает трансэпидермальную транспирацию влаги, подавляя фитопатогенную микробиоту.

При хранении картофельных клубней в древесной золе сорбент связывает избыточную влагу, угнетая фитопатогенную микробиоту. Корнеплоды укладывают в ёмкость, переслаивая золой, предупреждая гниль.

Присыпка собранных клубней картофеля калиброванным кварцевым песком считается классической технологией сохранения органолептики, структурной упругости и питательной полноценности корнеплодов. Силикатный гранулят выравнивает термодинамические колебания и уровень относительной влажности воздуха, тем самым ингибируя сапрофитное разложение и предотвращая преждевременную вегетацию глазков. Перед закладкой урожая рекомендуют бережно счистить налипшую землю, бракуя механически повреждённые либо заражённые фитопатогенными возбудителями единицы. Затем сырьё подвяливают при сквозном аэрировании 3–4 часа до температуры погреба. Для заполнения тары берут обеззараженный, полностью высушенный речной песок без иллистых конкреций; его просеивают, удаляя

грубые гранулы, после чего прокаливают при 200 °С для санации от микробиоты и членистоногих. Остуженный слегка увлажнённый наполнитель расстилают по дну контейнера, далее выкладывают ряд клубней, пересыпая их субстратом, повторяя цикл до полного объёма. Верхний слой формируют увеличенной толщины, создавая теплоизолирующий экран. Альтернативой служит глиняная глазурь, а для подавления спор дополнительно применяют древесную золу.

гигроскопичностью и умеренным фунгицидно-антисептическим эффектом; перед закладкой субстрат-порошок просеивают. Клубни, инкрустированные зольной пудрой, размещают в тарном контейнере, обеспечивающем их длительное безопасное хранение.

В картофелехранилищах используют транспортно-элеваторные технологические комплексы.

Элеваторные комплексы в стационарных картофелехранилищах исполняют доминирующую роль, обеспечивая эргономичную, компактную и регламентно-безопасную эксплуатацию всего складского модуля. Они оптимизируют внутрискладскую логистику приёмки-отгрузки и, посредством PLC-управляемого контроля температуры, влагосодержания и аэродинамики вентиляционных каналов, защищают клубни от кинематических травм. Интеграция подобных агрегатов радикально сокращает операционные затраты, параллельно наращивает объём и кондиционность урожая, тем самым прямо стабилизируя ежегодную маржу предприятия.

Сегодня экономические, экологические и эксплуатационные детерминанты формируют направления постуборочных инноваций в секторе длительного хранения агропродукции, стимулируя фундаментальные и прикладные изыскания по оптимизации газового состава, респираторной активности и температурного режима корнеплодов. Указанные решения обеспечивают стабильное качество, удовлетворяя интересы фермеров, логистов, дистрибьюторов и конечных потребителей.

Актуальные методики послепогрузочного хранения клубней картофеля динамично совершенствуются, фокусируясь на стабилизации фитосанитарной чистоты, физиологической жизнеспособности и рыночной массы в течение всего интервала складирования. Драйверами прогресса выступают точная газорегуляция, гидротермическое кондиционирование, сетевые сенсоры IoT, компостируемая упаковка, цифровая логистика и повышение агротехнологической компетенции персонала. Комплексное взаимодействие факторов продлевает сохраняемость, улучшает органолептику продукции и системно повышает актуальные отраслевые регламенты и нормативы.

Библиографический список

1. Теоретические исследования культиваторов для окучивания картофеля с пассивными рабочими органами / А. В. Шемякин, Ж. В. Даниленко, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного

агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 174-181.

2. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 48-55.

3. Перспективные технические решения для внесения удобрений при возделывании картофеля / В. С. Тетерин, Н. В. Липатов, М. Ю. Костенко [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2024. – 165 с.

4. Разработка шнекового дозирующего устройства твердых минеральных удобрений / М. Ю. Костенко, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 5(311). – С. 16-21.

5. Анализ урожайности картофеля при обработке семян туманом биопрепаратов / А. В. Шемякин, И. Н. Горячкина, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 139-147.

6. Питюрина, И.С. Влияние предпосадочной обработки клубней на урожайность картофеля / И.С. Питюрина, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. 2021. № 4 (46).

7. Иванов, Б. Л. Повышение эффективности химической защиты растений с применением оригинальных форсунок / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики: Научные труды II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 25-26 января 2022 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. - С. 128-133.

8. Исследование работы генератора горячего тумана при обработке стеблестоя / М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, И. Н. Горячкина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротех-нологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 4(44). - С. 87-92.

9. Модернизированный прицепной агрегат малообъемного опрыскивания / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, Т. Хохмут, А. В. Дмитриев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01-03 июля 2021 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. - С. 199-204.

10. Оценка распределения капель дезинфицирующей жидкости по обрабатываемой поверхности / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, А. И. Рудаков, М. А. Лушнов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 3(54). - С. 103-107. 10.12737/article_5db969d80165a4.44685655.

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. Снижение загрязнений окружающей среды выбросами ДВС / И. А. Успенский, И. А. Юхин, А. С. Колотов, А. И. Ушанев // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 4-5.

13. Кирюшин, И. Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины / И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 1(21). – С. 112-114.

14. Кутыраев, А. А. Методы и средства минимизации повреждения при хранении и уборке картофеля / А. А. Кутыраев, А. С. Колотов // 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. 110-116.

15. Колотов, А. С. Исследование работы модернизированного картофелекопателя / А. С. Колотов, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 15–16 сентября 2015 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. Том Часть 1. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. – С. 263-266.

16. Колотов, А. С. Обоснование параметров почвозацепов дисков комбинированных подкапывающих органов картофелеуборочных машин : специальность 05.20.00 "Процессы и машины агроинженерных систем" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. С. Колотов. – Рязань, 2015. – 140 с.

УДК 623.437

*Юмаев Д.М., канд. техн. наук,
Колотов А.С., канд. техн. наук,
Филлюшин О.В., канд. техн. наук,
Шамбазов Е.А., магистрант 1 курса
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ТЕХНИКА ДЛЯ УБОРКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ КАРТОФЕЛЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Картофель, как стратегический клубнеплод, занимает ведущие позиции в системе мирового растениеводства и продовольственной безопасности. В

России под эту культуру задействованы свыше 1,3 млн га, обеспечивающие годовое производство экологически устойчивого качественного сырья более 31 млн т.



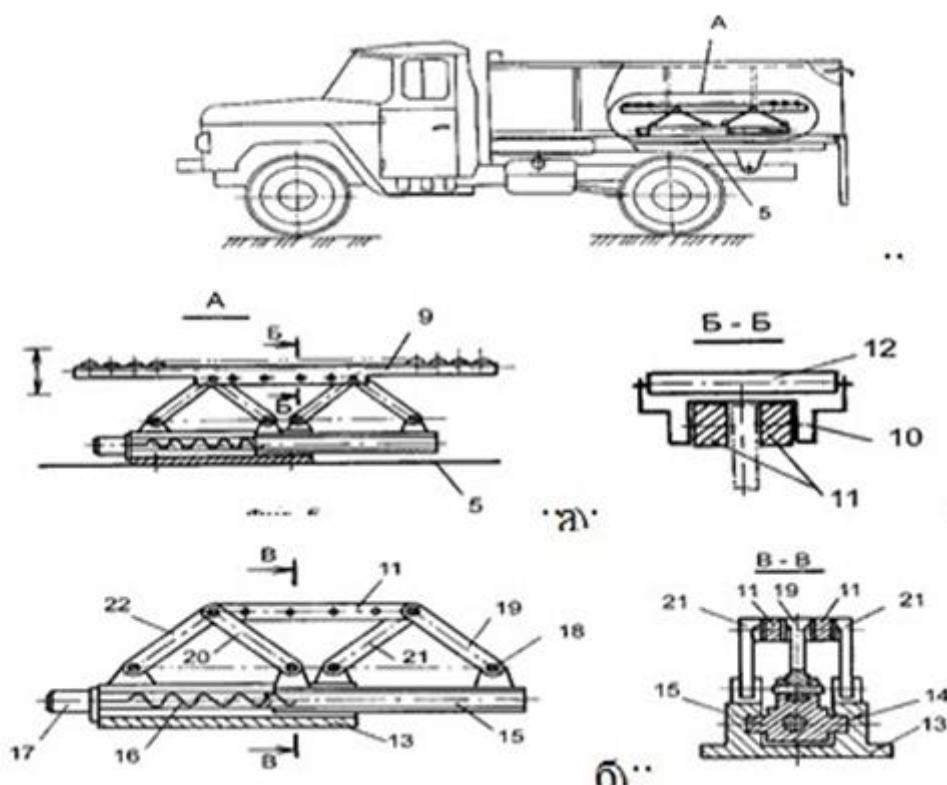
Рисунок 1 – Картофелеуборочный комбайн Dewulf Kwatro

Культивация картофеля характеризуется повышенной трудоёмкостью, преимущественно вследствие дефицита инновационных энергонасыщенных средств механизации при выполнении уборочных операций. Большинство эксплуатируемых сегодня картофелеуборочных комбайнов не удовлетворяет актуальным агротехническим регламентам, что обуславливает снижение темпов производственного процесса и рост трудозатрат. Для повышения эффективности следует сосредоточиться на разработке, адаптивной модернизации и интеграции прогрессивных механизированных технологий. Критично провести анализ конструктивных схем, кинематических параметров и эксплуатационных особенностей подрыхляющих агрегатов.

Многофункциональный картофелеуборочный комбайн Grimme Tectron 410/415, изображённый на схеме 1, результативно осуществляет выкапывание клубней на различных

различных агрофизических почв – от легких песчаных до тяжелых глинистых. Машина оснащена сепарационной системой, минимизирующей грунтовые примеси при подаче клубней в бункер-накопитель 10 тонн либо прямо в транспорт. На поле самоходный комбайн демонстрирует высокую производительность как при выкопке, так и бережной очистке картофеля, что значительно повышает товарное качество массы конечной продукции.

Данная зерноуборочная машина функционирует там, где другие агрегаты бессильны: резино-металлические гусеницы снижают агроплотность почвы, обеспечивая высокую стабильную полевую производительность при экстремальных погодных факторах всех технологических операций.



- а) вид сверху: фрагмент А и разрез Б-Б; б) параллелограммный механизм: продольный разрез и разрез В-В
 5 – рама автомобиля, 9 – рольганг,
 10 – открытый ступенчатый профиль, 11 – несущая общая тяга, 12 – ролики;
 13 – общее основание (корпус); 14 – направляющие;
 15 – ползун; 16 – ходовой винт; 17 – привод; 18 – шарниры;
 19, 20, 21, 22 – звенья;

Рисунок 2 – Схема навесного перегрузочного устройства для автомобиля в рабочем положении с рольгангом для перемещения груза

В отечественном агропромышленном комплексе задействуют специализированные перегрузочные модули, повышающие функционал тракторно-комбайнового парка посредством трансфера масс. Следует подчеркнуть, что данные агрегаты имеют лимиты и ориентированы исключительно на обработку и перемещение сыпучих агро материалов.

Использование мобильного быстроразъемного перегрузочного модуля и роликового конвейера в автотранспортной логистике повышает производительность грузообработки, снижает временные затраты на погрузочно-разгрузочные процессы и оптимизирует процесс внутрискладской горизонтальной транспортировки грузов, минимизируя простой погрузочной техники.

На производственной площадке в Töging, являющейся филиалом концерна Fliegl Agrartechnik GmbH, представлена инновационная система «Электронное управление силой 2010», ориентированная на агропромышленный комплекс. Платформа реализует электро-гидравлический

CAN-BUS контроль сельскохозяйственных агрегатов как на магистральных дорогах, так и при полевых работах, обеспечивая устойчивость, адаптивность и динамическое регулирование тягового усилия. Решение допускает точное ISOBUS-управление техникой в стеснённых условиях, становясь ключевым инструментом высокотехнологичных аграрных хозяйств, с применением спутникового GPS-мониторинга и облачной централизованной телеметрии.



Рисунок 3 – Тракторный поезд с системой электронного принудительного подруливания „ForCon“

В современных агротехнологических процессах активно применяются тяжёлые прицепные агрегаты для взаимодействия с высокопроизводительной сельхозтехникой.

Несмотря на многочисленные преимущества, следует акцентировать ключевой недостаток: значительные инерционные силы создают динамическую нагрузку, повреждающую груз при фазах разгона и торможения.

Библиографический список

1. Теоретические исследования культиваторов для окучивания картофеля с пассивными рабочими органами / А. В. Шемякин, Ж. В. Даниленко, И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 174-181.

2. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 48-55.

3. Перспективные технические решения для внесения удобрений при возделывании картофеля / В. С. Тетерин, Н. В. Липатов, М. Ю. Костенко [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2024. – 165 с.

4. Разработка шнекового дозирующего устройства твердых минеральных удобрений / М. Ю. Костенко, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 5(311). – С. 16-21.

5. Анализ урожайности картофеля при обработке семян туманом биопрепаратов / А. В. Шемякин, И. Н. Горячкина, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 139-147.

6. Влияние предпосадочной обработки клубней на урожайность картофеля / И.С. Питюрина, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. 2021. № 4 (46).

7. Иванов, Б. Л. Повышение эффективности химической защиты растений с применением оригинальных форсунок / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики: Научные труды II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского ГАУ, Казань, 25-26 января 2022 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. - С. 128-133.

8. Исследование работы генератора горячего тумана при обработке стеблестоя / М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, И. Н. Горячкина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротех-нологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 4(44). - С. 87-92.

9. Модернизированный прицепной агрегат малообъемного опрыскивания / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, Т. Хохмут, А. В. Дмитриев // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01-03 июля 2021 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. - С. 199-204.

10. Оценка распределения капель дезинфицирующей жидкости по обрабатываемой поверхности / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин, А. И. Рудаков, М. А. Лушнов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 3(54). - С. 103-107. [10.12737/article_5db969d80165a4.44685655](https://doi.org/10.12737/article_5db969d80165a4.44685655).

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. Снижение загрязнений окружающей среды выбросами ДВС / И. А. Успенский, И. А. Юхин, А. С. Колотов, А. И. Ушанев // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 4-5.

13.. Кирюшин, И. Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины / И. Н. Кирюшин, А. С. Колотов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 1(21). – С. 112-114.

14. Кутыраев, А. А. Методы и средства минимизации повреждения при хранении и уборке картофеля / А. А. Кутыраев, А. С. Колотов // 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 РФ, академика РАН Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 110-116.

15. Колотов, А. С. Исследование работы модернизированного картофелекопателя / А. С. Колотов, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 15–16 сентября 2015 года / Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. Том Часть 1. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. – С. 263-266.

16. Колотов, А. С. Обоснование параметров почвозацепов дисков комбинированных подкапывающих органов картофелеуборочных машин : специальность 05.20.00 "Процессы и машины агроинженерных систем" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. С. Колотов. – Рязань, 2015. – 140 с.

УДК 631.3.004

*Якутин Н.Н., канд. техн. наук, доцент,
Чурилов Д.Г., канд. техн. наук, доцент,
Крыгин С.Е., ст. преподаватель
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ - ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ НАДЕЖНОСТИ

В данной публикации анализируются технико-технологические основы, методические подходы совершенствования и инженерная практика внедрения мероприятий, ориентированных на оптимизацию сервиса и ремонта аграрной техники в рамках полного эксплуатационного цикла. Полученные результаты подтверждают, что комплекс ТОиР предназначен для удержания машин в работоспособном режиме, предотвращения износа узлов, повреждений и отказов агрегатов. Итогом решения задачи становится рост показателей качества и надежности сервиса, существенное ресурсосбережение машинно-тракторного парка, а также повышение производственной культуры кадров АПК.

Сегодня невозможно вообразить аграрное производство без парка современной высокотехнологичной агротехники. Однако обеспечение ее

устойчивого функционирования требует непрерывного совершенствования системы регламентного обслуживания, технической диагностики и капитального ремонта. Недостаточная эффективность существующих логистических и сервисных схем провоцирует преждевременные отказы, простои машин в критические фазы вегетации, усиливая потери урожая. Это снижает рентабельность фермерских хозяйств и крупных агрохолдингов. Следовательно, поддержание требуемого уровня качества и эксплуатационной надежности машинопарка определяет конкурентоспособность всего агропромышленного комплекса. Ключевым интегральным показателем качества является надежность, включающая безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтпригодность. Чем выше эти параметры, тем значительнее производственная отдача техники и удовлетворение технологических потребностей. Поэтому повышение надежности тракторов, комбайнов и прицепных агрегатов становится приоритетным направлением научно-технической и инвестиционной политики в области инжиниринга, производства и эксплуатации аграрных средств механизации. Иначе низкая отказоустойчивость серийной продукции оборачивается неоправданными затратами и безвозвратной утратой общественного труда.

Важная роль в повышении надежности сельскохозяйственной техники уделяется системе её обслуживания и ремонта. Её совершенствование поможет наилучшим образом использовать потенциальную надежность, заложенную на стадии конструирования и производства технических средств, а также достичь высокой экономической эффективности их использования. Работоспособность и техническое состояние тракторов во многом определяется качеством выполнения операций технического обслуживания.

Разнотипный многомарочный машинно-тракторный парк агропромышленных предприятий, объединяющий машины и оборудование различного назначения, конструктивного исполнения, мощности, технологической сложности и эксплуатационной надежности, диктует высокий уровень организации, планирования и методики проведения сервисного технического обслуживания и ремонтно-диагностического сопровождения. В процессе производственной эксплуатации и межсезонного хранения ключевые узлы, агрегаты и комплектующие единицы сельскохозяйственной техники испытывают износ, коррозию и старение. Их интенсивность задают конструктивно-внутренние и внешние эксплуатационные факторы.

К указанным факторам относятся технологический уровень изготовления комплектующих и точность монтажа агрегатов, параметры эксплуатационной среды, характер выполняемого технологического процесса, а также почвенно-климатические условия региона применения и т.п. Следовательно, долговечность однотипных конструктивных узлов, прямо пропорциональная скорости их физико-химического износа, носит стохастический характер и, как правило, нормируется усреднённым показательным значением, принятым для конкретного класса машин. При этом производитель оборудования обычно подчёркивает, что заявленный ресурс достижим исключительно при систематическом выполнении строго регламентного комплекса профилактики,

исключающего возникновение аварийных режимов функционирования базовых компонентов, ускоряющих темп их деградации и снижающих эксплуатационно-экономические параметры техники.

Комплекс регламентированных операций контроля, диагностики, промывки, смазывания, крепления и юстировки агрегатов и узлов, направленных на предупреждение преждевременного износа, отказов и разрушений, а также полноценное сохранение работоспособности машины, является содержанием технического обслуживания.

В большинстве сервисных звеньев численность постов регламентированного обслуживания (ТО) определяют по усреднённым нормативам. При такой методике игнорируется стохастический характер входящего потока заявок от базовых сельхозтракторов и параллельного потока ремонтов вспомогательных машин в зонах ТО и текущего ремонта агротехнических сервис-центров, вследствие чего в пиковые сельхозфазы возникают простои парка и снижается общий коэффициент технического использования. Следовательно, проектируя систему ТО, необходимо оценивать ожидаемые простои и эксплуатационные издержки содержания постов. Увеличение количества постов повышает коэффициент готовности агрегатов, однако пропорционально растут расходы на оборудование, трудовые ресурсы, производственные площади и требуемые оборотные фонды запчастей.

Для рационализации графиков регламентного сервисного обслуживания и капитального ремонта машин рекомендуется применять агротехнологические карты применительно к ключевым выращиваемым культурам. Эти сведения требуются при формировании интегрированного календаря механизированных производственных операций и расчёта годовой загрузки парка базовых сельхозмашин.

Информация графиков машиноиспользования тракторного парка является методической базой для составления годовых календарных планов регламентных технических обслуживаний машин различных серий, а также для расчёта потребности в дизельном топливе и смазочных материалах, обеспечивающих эксплуатационную готовность основных типов сельскохозяйственной техники. Анализ результатов показывает тенденцию к удлинению межремонтных интервалов и сокращению перечня регламентных операций.

Кроме того, для оптимизации производственно-технологических операций персонала агросервисных структур следует смоделировать поток входящих заявок на регламентное ТО и восстановительный ремонт в течение года, учитывая загрузку машинно-тракторного парка на сезонных полевых циклах, а также график их использования в разные рабочие смены. Итоговое решение напрямую определяется вычислением среднего времени технологического простоя тракторов, которое целесообразно определить через математический аппарат теории массового обслуживания, поскольку совокупность ремонтных постов образует типовую систему массового обслуживания.

При этом оптимальное число сервисных постов определяется критерием минимизации интегральной целевой функции, включающей совокупные издержки простоя машинно-тракторного парка на регламентное обслуживание и эксплуатационные расходы по содержанию самих сервисных позиций. Убытки, связанные с простоями тракторов на ТО, оцениваются через стоимость условной тракторной машинно-часовой транспортной работы, вычисленную по технологическим картам. Эксплуатационные траты одного поста в час обусловлены уровнем оснащения оборудованием и используемой площадью и соответствующими коммунальными платежами.

Для упрощённого вычисления параметров систем массового обслуживания целесообразно допустить, что входные и выходные потоки событий, переводящие модель из одного состояния в другое, можно рассматривать как простейшие стационарные пуассоновские процессы. В таком случае интервальный расход времени между поступлениями элемента будет описываться показательным распределением, чей параметр совпадает с интенсивностью конкретного потока. Так, при определении экономически обоснованного числа постов зоны ТО-2 агросервисного центра систему допустимо моделировать как замкнутую многоканальную очередь $M/M/c/\infty/\infty$ с неограниченной потенциальной очередью ожидания клиентов без потерь и приоритетов. Для расчётов применим ранее полученные экспериментальные параметры: трудоёмкость ТО-2 в пиковый сезон, трудоёмкость эталонной машины и другое прочее.

Полученные показатели зависимости продолжительности ожидания трактора в очереди на регламентное обслуживание ТО-2 от интенсивности входящего потока заявок в агротехнический сервисный центр и численности его ремонтно-сервисных постов отражают не только ключевые экономические метрики, но и формируют кривую изменения эксплуатационных расходов на содержание постов и технологического простоя тракторов при ТО-2 в функции количества постов. Итоговые расчёты характеризуют минимально-возможные и максимально-вероятные совокупные потери простоя машин и издержки их содержания.

При модернизации системы сервисного обслуживания машин важно всесторонне оценить три перспективных направления. Первый связан с применением высокоэффективных автоматизированных средств при профилактических процедурах. Второй опирается на повышение ремонтпригодности узлов и агрегатов машин для сервисного обслуживания. Третий ориентирован на построение производственных процессов, использующих непрерывную диагностику технического состояния компонентов машин.

Следовательно, модернизация системы инженерно-технологического сервиса агропромышленного комплекса обеспечит существенную экономию материально-энергетических ресурсов при поддержании машинно-тракторного парка в работоспособности и снизит простои его агрегатов, дополнительные технико-эксплуатационные потери во время ТО и ремонта.

Библиографический список

1. Бурланков, С.П. Качество как основной резерв эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники / С. П. Бурланков.– Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2003.
2. Малыха, Е. Ф. Тенденции развития инженерно-технической системы агропромышленного комплекса Российской Федерации / Е. Ф. Малыха, Ю. В. Катаев // Наука без границ. – 2017. – № 7(12). – С. 21-25.
3. Дидманидзе, О. Н. Технический сервис в АПК / О.Н. Дидманидзе, В.М. Корнеев. - М. : УМЦ «Триада», 2015. 110 с.
4. Технический сервис как основная составляющая инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса / А. С. Дорохов, В. М. Корнеев, Ю. В. Катаев [и др.] // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 4. – С. 46-57.
5. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань : РГАТУ, 2016. – 102 с.
6. Исследование работы измельчителя воскового сырья / Д. Н. Бышов, И. А. Успенский, Д. Е. Каширин [и др.] // Сельский механизатор. – 2015. – № 8. – С. 28-29.
7. Коррозия и защита металлов / И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов, И. А. Успенский [и др.] ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 147 с.
8. Патент на полезную модель № 218007 U1 Российская Федерация, МПК В08В 3/00. Установка для мойки деталей и узлов машин : заявл. 21.10.2022 : опубл. 02.05.2023 / А. А. Симдянкин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
9. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники / А. М. Мошнин, А. И. Ушанев, 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: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2024. – С. 140-147.
10. Оценка износа тормозных дисков из композиционных материалов / Д. А. Воробьев, М. А. Горетова, И. А. Успенский, О. В. Филюшин // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники, Рязань, 12 октября 2020 года / Материалы Международной научно-

практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 169-173.

11. Переработка шин и их элементов / И. А. Афиногенов, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 124. – С. 366-389.

12. Технические и оценочные показатели нанесения консервационного материала на поверхность сельскохозяйственных машин при применении различных способов / А. И. Ушанев, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев [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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 194-199.

13. Виды установок и способов нанесения защитных покрытий на поверхность сельскохозяйственной техники / А. И. Ушанев, Н. Н. Колчин, А. А. Симдянкин [и др.] // 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 401-406.

14. Influence of the droplet size on the uniformity of the distribution of protective material over the surface of agricultural machinery / A. I. Ushanev, I. A. Uspenskiy, I. A. Yukhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. Vol. 488. – Stavropol, 2020. – P. 012048.

15. Анализ методов разработки технических систем / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта в современных условиях : Сборник научных статей по материалам III Международной научной конференции, Саратов, 28–29 октября 2016 года / Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. – Саратов: ИД "Райт- ЭКСПО", 2016. – С. 74-78.

16. Обслуживание сельхозтехники / А. М. Мошнин, О. В. Филюшин, Д. М. Юмаев [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: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2024. – С. 120-126.

17. Современные подходы к организации и технологиям технического обслуживания и ремонта автомобилей / А. И. Ушанев, Д. М. Юмаев, О. В. Филюшин, Е. А. Шамбазов // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 176-181.

*Мошнин А.М., аспирант 3 курса,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ
Гаджиев П.И., доктор техн. наук, профессор,
Рамазанова Г.Г., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
«Российский государственный университет народного хозяйства
имени В.И. Вернадского», г. Москва, РФ*

ПЕРЕВОЗКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Транспортная инфраструктура агропромышленного сектора (АПК) в XXI веке перестала быть вспомогательным сервисом, превратившись в высокотехнологичную отрасль, определяющую жизнеспособность всей продовольственной системы. За мои 25 лет в этой области я наблюдал, как примитивные методы перевозки уступали место сложным инженерным решениям, где ошибка в расчете осевой нагрузки или неверный выбор температурного режима в рефрижераторе могут привести к многомиллионным убыткам. Специфика аграрной логистики заключается в её многогранности: мы одновременно имеем дело с транспортировкой сверхгабаритных средств производства (комбайны, тракторы) и высокочувствительных биологических объектов (зерно, скоропортящаяся продукция). Данная работа ставит своей целью детальный разбор всех технологических этапов этого процесса, от математического моделирования нагрузок до цифровизации цепочек поставок.

Инженерные вызовы при транспортировке тяжеловесной и крупногабаритной сельхозтехники. Перемещение современной уборочной и посевной техники — это, прежде всего, задача прикладной механики и техносферной безопасности. Большинство современных комбайнов и энергонасыщенных тракторов обладают габаритами, значительно превышающими стандарты дорог общего пользования. Средняя ширина жатки или молотилки варьируется от 3,5 до 6 метров, что делает невозможным их самостоятельное движение по трассам. Основным инструментом здесь выступает низкорамный трал — полуприцеп с высотой погрузочной площадки от 0,5 до 0,9 метра. Такая конструкция критически важна для соблюдения вертикального габарита: при высоте техники в 3,8 метра и высоте платформы 0,7 метра общая высота автопоезда составляет 4,5 метра, что является предельно допустимым значением для большинства мостовых переходов и линий электропередач.

Особое внимание должно быть уделено динамической устойчивости такой системы. Центр тяжести (CG) комбайна расположен достаточно высоко, что при движении по пересеченной местности создает значительный опрокидывающий момент. Коэффициент поперечной устойчивости рассчитывается исходя из ширины колеи прицепа и высоты расположения массы. При входе в поворот на систему действует центробежная сила, которую

необходимо компенсировать за счет снижения скорости и точного позиционирования груза на платформе.

Профессорский подход к безопасности требует, чтобы запас устойчивости был не менее 1,5 единиц, что особенно актуально для регионов с горным или холмистым рельефом.

Такелажные работы при фиксации техники — это отдельный раздел инженерной подготовки. В отличие от стандартных контейнерных перевозок, сельхозтехника требует индивидуальных схем крепления. Мы используем только стальные цепные стяжки (талрепы) класса прочности G80 и выше. Применение текстильных строп здесь недопустимо ввиду их эластичности: при резком торможении (отрицательном ускорении \vec{a}) инерционная сила груза может составить до 80 % от его веса. Цепи должны крепиться «крест-накрест» под углом в 45 градусов, чтобы одновременно гасить и продольные, и поперечные колебания. Это обеспечивает жесткую связку техники с платформой, превращая их в единую механическую систему.

Биохимические аспекты и термодинамика перевозки продукции АПК

Переходя от механики твердых тел к транспортировке сельскохозяйственной продукции, мы сталкиваемся с необходимостью управления живыми биологическими системами. Сельскохозяйственная продукция — это груз, который «дышит», выделяет влагу и тепло. Для зерновых культур основной угрозой является самосогревание. Зерновая масса обладает крайне низкой теплопроводностью, поэтому тепло, выделяющееся в результате дыхания зерна и жизнедеятельности микрофлоры, аккумулируется внутри кузова. Если влажность зерна превышает критические 14 %, температура в центре насыпи может подняться до 50-60 °С за считанные сутки, что приведет к денатурации белков и потере всхожести.

В сегменте скоропортящейся продукции (молоко, мясо, овощи) главной задачей становится соблюдение «холодовой цепи». Это требует понимания процессов теплообмена внутри рефрижераторного фургона. Система охлаждения должна не просто поддерживать температуру, а обеспечивать ламинарный поток воздуха, который омывает каждую паллету. При турбулентных потоках возникают зоны «теплого застоя», где температура на 2-4 °С выше, чем на датчике термостата. Этого достаточно, чтобы запустить процесс гниения фруктов или порчи молочных продуктов. Кроме того, при перевозке овощей и фруктов необходимо контролировать уровень этилена — фитогормона, который ускоряет созревание. Современные системы логистики включают в себя не только холодильники, но и адсорбенты этилена, что позволяет доставлять продукцию на тысячи километров без потери товарного вида.

Нормативно-правовое регулирование и весогабаритный контроль

Юридический каркас агрологистики в России определяется жесткими требованиями весогабаритного контроля. Постановление Правительства №2200 «О правилах перевозок грузов» устанавливает предельные нагрузки на оси. Для агрария это означает необходимость ювелирной точности при погрузке. Например, при перевозке картофеля или свеклы навалом в трехосном

полуприцепе, смещение груза на 30–40 см вперед может привести к перегрузу на ведущую ось тягача, что влечет за собой штрафы в сотни тысяч рублей.

Получение специальных разрешений на перевозку негабаритной техники — процесс, требующий высокого уровня цифровой грамотности. Система «Росдормониторинг» требует указания точных межосевых расстояний и нагрузок. В практике часто встречались случаи, когда из-за демонтажа одного узла техники (например, жатки) распределение массы менялось настолько, что автопоезд переставал соответствовать выданному разрешению. Поэтому контрольное взвешивание перед выходом в рейс должно быть обязательным этапом в любом крупном агрохолдинге. Это не только вопрос соблюдения закона, но и вопрос сохранности дорожной сети сельских территорий, которая часто не рассчитана на нагрузки свыше 6–8 тонн на ось.

Стратегия оптимизации и цифровизация: Сельское хозяйство 4.0

В современных условиях эффективность логистики определяется не количеством грузовиков, а мощностью аналитического программного обеспечения. Внедрение систем телематики и GPS/ГЛОНАСС мониторинга — это лишь базовый уровень. Современный «цифровой гектар» подразумевает создание единой экосистемы, где комбайн сам «вызывает» зерновоз, когда бункер заполнен на 80 %, а логистический центр в реальном времени корректирует маршрут движения машин в зависимости от очереди на элеваторе.

Важнейшим инструментом оптимизации является использование бункеров-перегрузателей. Эта технология позволяет разорвать жесткую связь между уборочной техникой и магистральным транспортом. Комбайны не тратят время на выгрузку, стоя на краю поля, а зерновозы не заезжают на мягкую почву, что предотвращает её переуплотнение.

Использование шин сверхнизкого давления на перегрузателях позволяет снизить этот показатель до 0,5 кг/см², что сохраняет структуру почвы и повышает урожайность последующих лет. Экономический эффект от внедрения таких систем составляет до 20–25 % экономии на топливе и сокращения времени уборочной кампании на 15 %.

Риск-менеджмент и экономическая безопасность в транспортном цикле

Транспортировка в АПК сопряжена с высокими рисками, которые можно разделить на природно-климатические, технические и человеческий фактор. Особенность сельского хозяйства в том, что «окно возможностей» (время уборки или посева) крайне узко. Поломка трала, перевозящего единственный в хозяйстве посевной комплекс, может остановить работу всего предприятия на неделю, что приведет к потере части урожая из-за несоблюдения агротехнических сроков.

Страхование грузов и техники становится неотъемлемой частью финансовой стратегии. Однако не менее важна предиктивная аналитика. Использование датчиков вибрации и контроля температуры узлов на транспортных средствах позволяет предсказать поломку до её совершения. Экономический анализ показывает, что содержание собственного автопарка выгодно только при коэффициенте загрузки не менее 0,7 в течение года. Для

многих хозяйств более рациональным является использование гибридной модели: собственный минимально необходимый парк плюс привлечение специализированных логистических операторов в пиковые сезоны.

Заключение

Подводя итог, следует подчеркнуть, что перевозка сельскохозяйственной техники и продукции — это высокотехнологичный сектор, требующий фундаментальных знаний в области инженерии, биологии и цифровых технологий. За четверть века моей работы отрасль прошла путь от простых телег до интеллектуальных автопоездов, управляемых искусственным интеллектом. Рациональная организация транспортных процессов сегодня является главным резервом повышения эффективности АПК. Будущее отрасли за мультимодальными перевозками, использованием экологически чистого топлива и полной автоматизацией погрузочно-разгрузочных работ, что позволит не только сохранить качество продукции, но и обеспечить устойчивое развитие аграрного сектора в долгосрочной перспективе.

Библиографический список

1. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники / А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // 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. 425-429.

2. Филюшин, О. В. Использование специального прицепа с гидравлическими надставными бортами для перевозки картофеля / О. В. Филюшин, А. С. Колотов, И. А. Успенский // 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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 330-334.

3. 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. –

4. Сидоров, Н. Д. Пути снижения потерь картофеля в период хранения / Н. Д. Сидоров, И. А. Успенский, А. С. Колотов // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский

государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 302-306.

5. Сидоров, Н. Д. Пути снижения потерь картофеля в период хранения / Н. Д. Сидоров, И. А. Успенский, А. С. Колотов // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 302-306.

6. Кутыраев, А. А. Методы и средства минимизации повреждения при хранении и уборке картофеля / А. А. Кутыраев, А. С. Колотов // 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. 110-116.

7. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы "SAMTEC" / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 78. – С. 239-249.

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

9. 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.

УДК 62(082)

*Резовский Г.Ю., студент 3 курса,
Научный руководитель: Кузьмич Н.П., канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Амурская область, РФ*

ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ – НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ КОМПОНЕНТ ИНЖЕНЕРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДАНИЙ

Горячее водоснабжение является одной из важнейших инженерных систем любого жилого, общественного или производственного здания и играет важную роль в обеспечении санитарно-гигиенических условий и комфорта. Наличие стабильной подачи горячей воды напрямую влияет на качество проживания, уровень благоустройства и функциональность объекта.

К сожалению, в сельской местности горячее водоснабжение встречается реже, чем в городе. Так, в Амурской области удельный вес общей площади жилых зданий, оборудованных системой горячего водоснабжения, составляет в сельской местности 31,2 %, когда в городах – 76,5 % [1]. Безусловно, благоустройство улучшается с каждым годом, но в сельской местности данный процесс идет медленнее, чем в городах.

Система горячего водоснабжения предназначена для круглогодичного обеспечения потребителей водой установленной температуры, а ее работа связана с тепловыми процессами, гидравликой, эксплуатационной надежностью и энергоэффективностью. В современных условиях к системам горячего водоснабжения предъявляются все более высокие требования: снижение теплотерь, повышение эффективности транспортировки, возможность автоматического регулирования, устойчивость к износу, соответствие санитарным и строительным нормам. Современные материалы и технологии позволяют значительно увеличить срок службы системы горячего водоснабжения, однако для этого требуется грамотный подход к проектированию, монтажу и эксплуатации.

Основная задача системы горячего водоснабжения заключается в подаче воды требуемой температуры к водоразборным приборам. Это включает поддержание стабильной температуры, обеспечение достаточного давления, компенсацию тепловых потерь, а также создание безопасных санитарных условий. Горячее водоснабжение используется для бытовых нужд, таких как принятие душа, мытье посуды, уборка помещений, приготовление пищи, а также для технологических процессов на предприятиях, например, для мойки оборудования, санитарной обработки рабочих зон и термической обработки изделий.

Система должна функционировать таким образом, чтобы горячая вода была доступна в любое время суток и при любом уровне потребления. Нормативные документы устанавливают требования к температуре горячей воды, ее колебаниям и качеству. В точках водоразбора температура должна находиться в диапазоне 60 – 75 °С. Слишком низкая температура может привести к нарушению санитарных норм, а слишком высокая - к повышенному расходу энергии и ожогам [5].

Система горячего водоснабжения может организовываться двумя способами: централизованным и автономным.

При централизованном способе горячая вода подается от центрального источника тепла: котельной или теплового пункта. Такое горячее водоснабжение распространено в многоквартирных домах, общественных зданиях и промышленных объектах. Система обладает высокой стабильностью подачи, а эксплуатация источника тепла находится под контролем специализированных организаций [3].

Автономный способ основан на использовании индивидуальных нагревателей, выбор которых зависит от типа здания, технологических требований и наличия или отсутствия инженерной инфраструктуры. Автономное горячее водоснабжение использует локальные нагреватели:

газовые колонки, электрические водонагреватели, бойлеры. Они обеспечивают гибкость регулирования температуры, независимость от централизованных сетей и устойчивость к сезонным перегрузкам. Автономные системы горячего водоснабжения широко применяются в индивидуальных жилых домах, коттеджах и зданиях, не подключенных к централизованным сетям. Они чаще используются в сельской местности, чем централизованные системы.

К основным элементам системы горячего водоснабжения относятся источник тепла, трубопроводы, насосы, теплоизоляция, регулировочная и запорная арматура, контрольные приборы, водоразборные устройства. Современные системы горячего водоснабжения часто оснащаются автоматическими регуляторами температуры, датчиками расхода. Эффективность работы всей системы горячего водоснабжения зависит от качества каждого элемента и их согласованного взаимодействия.

В таблице 1 приведены основные элементы системы горячего водоснабжения, которые выполняют определенные функции.

Таблица 1 — Основные элементы системы горячего водоснабжения и их функции

Элемент	Функция
Источник тепла	Нагрев воды
Трубопровод	Транспортировка воды
Насос	Поддержание циркуляции
Арматура	Регулировка и перекрытие потока
Изоляция	Снижение потерь тепла
Приборы контроля	Измерение давления и температуры
Точки разбора	Подача воды пользователю

Качественный монтаж определяет долговечность системы горячего водоснабжения, он также минимизирует и исключает риски аварий.

Износ систем горячего водоснабжения происходит под воздействием различных обстоятельств, связанных с эксплуатацией, качеством воды, режимом температур и давлений, а также выбором материалов. Наиболее распространенными причинами являются коррозия металла, образование накипи, перепады давления, гидравлические удары, перегрев воды, слабая теплоизоляция, ошибки монтажа [4].

Износ предотвращают использованием качественных материалов при строительстве инженерных систем, а в процессе эксплуатации – поддержанием стабильного эксплуатационного режима и регулярной профилактикой [2]. Корректное и регулярное профилактическое обслуживание систем горячего водоснабжения способствуют нормальной их эксплуатации.

Таким образом, горячее водоснабжение является неотъемлемым компонентом инженерного обеспечения зданий. Оно гарантирует санитарный комфорт, постоянную подачу горячей воды и стабильность тепловых процессов. Надежность системы зависит от выбора материалов, параметров монтажа, качества обслуживания, соблюдения нормативных требований. Современные подходы к проектированию и эксплуатации системы горячего

водоснабжения направлены на повышение энергоэффективности, снижение износа, внедрение автоматизированных систем регулирования, использование устойчивых материалов и интеллектуальных технологий. Систематическая профилактика, правильный подбор оборудования позволяют значительно продлить срок службы системы горячего водоснабжения.

Наличие благоустроенного жилья можно считать одним из решающих условий для переезда молодых специалистов в село. Следовательно, ввод новых инженерных коммуникаций может значительно улучшить ситуацию в области благоустройства сельского жилья, которое в настоящее время по своей оснащенности значительно уступает городскому.

Библиографический список

1. Амурский статистический ежегодник – 2024: Статистический сборник/ Амурстат. – Благовещенск, 2024. – 332 с.

2. Кузьмич, Н.П. Особенности воспроизводства основных средств в инвестиционно–строительном комплексе региона/ Н.П.Кузьмич// Менеджмент и Бизнес–администрирование. – 2023. – №1. – С. 102 – 108.

3. Кузьмич, Н.П. Строительство социально значимых объектов в целях улучшения условий жизни сельского населения/ Н.П.Кузьмич// Экономика и предпринимательство. – 2021. – №1(126). – С. 401 – 405.

4.Разина, А.А. Капитальный ремонт как способ воспроизводства объектов недвижимости социального назначения / А.А.Разина, Н.В.Сайко// Экономика строительства и городского хозяйства. – 2025. – Том 21. – № 1. – С.65–71.

5. Свод правил СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий». – Москва.: сайт. - URL: <https://bolid.ru/files/553/731/SP30133302020.pdf> (Дата обращения 12.12.2025 г.)

6. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 350-353.

*Афони́на А.Н., студент,
Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО
«Московский политехнический университет» г. Рязань, РФ
Попов А.С., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО РГАСУ, г. Рязань, РФ*

КОРРЕКТИРОВКА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В настоящее время известно достаточное количество технологий сохранения капитальных строений от разрушений. Они находят применение при эксплуатации, строительстве и при проектировании зданий различного назначения. Данные приемы используются для коррекции положения сооружений в пространстве.

Они дают возможность дальнейшей эксплуатации объекта, без изменения его качественных и количественных характеристик.

В данной статье мы рассмотрим способы корректировки и условия их применения на практике. Мероприятия, улучшающие характеристики грунтов помогают решить эту проблему.

Применение определенного приема обусловлено спецификой строения. Необходимо уделить внимание инженерно-геологическому строению грунтов, стадии деформаций, габаритам сооружения, конструкции фундаментов и каркаса.

В обязательном порядке необходимо проводить мониторинг осадок эксплуатируемых строений.

Приемы корректировки можно условно поделить на две группы [2, 3]. Рассмотрим их на примере рис.1. и рис. 2.



Рисунок 1 – Способы корректировки геометрического положения здания

Воздействие на основание - содержит операции по увеличению прочности грунтов. Задача данного способа - создать дополнительную прочную деформацию грунта, которая выдержит чрезмерные нагрузки.

Принципы:

- замачивание и уплотнение основания фундамента,
- выбуривания грунта из-под подошвы фундамента

Данные способы можно использовать совместно.

Способ замачивания применяют не часто. Не стоит применять данный прием в стесненных условиях городской застройки.

Вне зависимости от технологии производства работ, прием достаточно экономичен, хотя и использует не малый расход воды. Бурение скважин, устройство дренажной системы – один из вариантов реализации данного способа. Устройство траншей и котлованов, разработанных со стороны, противоположной крену – второй вариант.

В обоих вариантах, основная задача замочить основание фундамента.

Более прогрессивным приемом является бурение грунта [2,3]. Изменение положения строения происходит более эффективно и менее непредсказуемо. Качественные характеристики грунта меняются исключительно в основании фундамента. В слабых грунтах искусственно вызывают дополнительные деформации, благодаря скважинам. Скважины располагают горизонтально под фундаментом. Параметры процесса бурения зависят от глубины скважины, диаметра, количества, типа грунта.

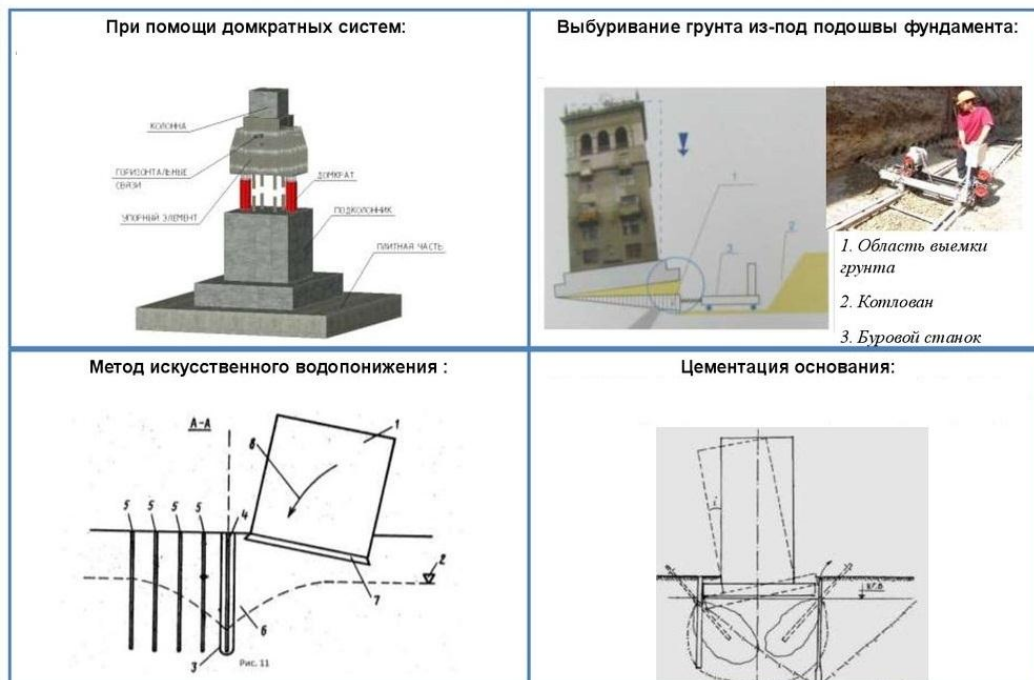


Рисунок 2 – Способы корректировки положения фундаментов

У каждого приема есть положительный и отрицательный момент. Отсутствие изменения в устройстве фундамента и подвальной части

однозначно положительный момент. Выравнивание осуществляется вместе с фундаментом. Сложно осуществить данный метод на свайных фундаментах. Процесс окажется технически сложным. Поведение здания спрогнозировать затруднительно. Весьма внушительный объем работ, в том числе, земляных. Все это является отрицательными моментами.

Способ коррекции необходимо подбирать, учитывая огромное количество факторов. Желательно на первоначальном этапе не полениться произвести инженерные изыскания, учесть данные о состоянии строений и инженерных коммуникаций поблизости.

Для корректировки положения строений в вертикальной плоскости применяют также конструктивные мероприятия [2,3]. Одним из таких способов является прием, в котором используют устройства специального назначения. Благодаря этим приемам, появилась возможность слегка изменить конструкцию фундаментно-подвальной части. Возможность размещения данных устройств дает возможность изменять положение здания. Данный прием полезен как для нового строительства, так и для старого фонда. В обязательном порядке, при применении данного способа, стоит провести обследований строений специализированной лабораторией [1,4]. Данный прием целесообразно использовать в новом строительстве, поскольку реализовать его целесообразнее на этапе нулевого цикла. Устройствами могут являться домкраты, термопластичные элементы, и т.д.

Благодаря прогрессивным технологиям в корректировке положения зданий и сооружений можно реконструировать аварийные строения. Появилась возможность не только поднять их, но и переместить.

Экономия на оформлении полного комплекта инженерных изысканий, ошибки проектных организаций, неквалифицированный персонал, отсутствие мониторинга все это впоследствии скажется на эксплуатации зданий и сооружений. В итоге, здание станет не пригодным для эксплуатации намного раньше положенного срока.

В СССР впервые в период с 1933 по 1935 гг. был применен метод подъема и вырывания с применением домкратов [2,3]. Способ опробовали при производстве работ по строительству первой очереди московского метрополитена.

Огромное количество инженеров, на протяжении многих лет пытаются разработать и внедрить эффективную и наиболее оптимальную конструкцию регулировочного устройства.

Чаще всего используют плоские домкраты. Они достаточно компактны. Обслуживание не доставляет труда. Достаточно износоустойчивы и имеют длительный срок службы, поскольку изобретались для активного использования. Имеют широкий спектр применения. Их также удобно использовать для коррекции положений, в том числе и пролетных строений. Способны воспринять грузоподъемность больше, если соединить их параллельно. Последовательное соединение способно увеличить высоту подъёма.

Прием достаточно точный. Позволяет контролировать усилия в домкратах и скорость изменения подъема сооружения. Для контроля процесса используют датчики перемещений с обязательным применением тахеометра.

У приема есть существенный недостаток. Суть в том, что необходимо откорректировать фундаментно-подвальную часть, добавить проемы для домкратов. Благодаря данным действиям фундаменты станут регулируемыми и облегчат коррекцию положения сооружения по вертикали. Регулируемые устройства размещают на фиксированной высоте от фундамента и с заданным шагом. Достаточно важны моментом, при использовании для действующих строений, является аккуратность, чтобы обеспечить сохранность фундамента и геометрию здания.

Внедрение данной технологии на стадии проектирования конструкции фундамента, помогает впоследствии, снизить расходы на последующей коррекции.

При строительстве в сейсмически сложных районах, применяют сейсмические связи [1,4]. Они дают возможность обеспечить устойчивую жесткую связь между двумя конструктивными элементами, а именно наземная часть строения и фундамент. В процессе подъема и выравнивания данные связи срезают, и создают вновь после подъема.

При строительстве в сложных инженерно-геологических местностях, где невозможно предсказать движение грунтов, стоит проектировать фундаменты с использованием домкратных систем. Применение данной технологии позволит, в будущем, сократить сроки по исправлению кренов и снизить расходы при производстве работ и использовании техники.

Плотная городская застройка, нарушение правил проектирования и строительства, отсутствие наблюдений на начальном этапе разрушений, нарушение условий содержания и эксплуатации, все это увеличивает количество непригодных сооружений.

Данную технологию можно применять для выравнивания многоэтажных зданий, главное подобрать домкраты большей грузоподъемности. Ее возможно применить к многопартийным жилым домам, поскольку она позволяет произвести эту процедуру без отселения жильцов. Получается огромная экономия на демонтажных работах, они отсутствуют. Нет необходимости предоставлять жилье. Это дает возможность восстановить эксплуатационные характеристики здания в целом и дать ему вторую жизнь.

Применение регулируемых фундаментов достаточно редкое явление на сегодняшний день. Вопрос малоизучен, исследований их применения и поведения в процессе эксплуатации практически нет. Экспериментальная база слабая, но патенты оформлены. Ученые не останавливаются, разрабатывают все новые и новые конструкции устройств. После выявления причин аварийного состояния фундамента зданий и тщательного технико-экономического обоснования проекта его восстановления можно использовать предложенную технологию, которая даст положительный эффект при реконструкции здания.

Библиографический список

1. Коновалов, П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий / П.А. Коновалов. 4-е изд. – Москва : ВНИИТПИ, 2000. – С. 5-31, 72-109, 135-144.
2. Алексеев, С.И. Конструктивное усиление оснований при реконструкции зданий / С.И. Алексеев. – СПб : ООФ ЦКС, 2011. – С.5-9.
3. Коробова, О.А. Усиление оснований и реконструкция фундаментов: учеб. пособие / О. А. Коробова ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2008. – С. 149-261.
4. Берлинов, М. В. Основания и фундаменты: Учебник. 4 - е изд., испр. / М. В. Берлинов – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – С. 29-84,301-311.
5. Анализ технических нарушений в распределительной электрической сети напряжением до 10 КВ / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин [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: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 350-353.

*Современное состояние и перспективы развития агропромышленного
комплекса Российской Федерации:
Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной памяти д.т.н., профессора Александра Алексеевича Сорокина*

17 декабря 2025 года

*Отпечатано с готового оригинал-макета.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л. 7,75 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 1699
подписано в печать 29.04.2026*

*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, 1*