

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова»**

**ИННОВАЦИИ
В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ЗАЩИТЕ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

**Сборник трудов
XIII Международной научно-практической конференции**

20 мая 2026 г. – 21 мая 2026 г.

Саратов - 2026

УДК 614.8.084
ББК 68.9
И66

Редакционная коллегия:
к.т.н., доцент *А.В. Русинов* (отв. редактор),
к.т.н., доцент *О.В. Карпова* (редактор)

Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. – 380 с.

ISBN 978-5-7011-0917-7

В материалах международной научно-практической конференции представлены результаты исследований, посвященные решению проблем в области природообустройства, промышленной, энергетической, пожарной и экологической безопасности, развития лесной, сельскохозяйственной и мелиоративной отрасли. В материалах конференции представлены результаты теоретических исследований, исследований по разработке и созданию инновационной техники и технологий, представлены результаты лабораторных и полевых исследований машин и оборудования.

Данные материалы предназначены для преподавателей, аспирантов, магистрантов и обучающихся, аграрных и технических ВУЗов и ССУЗов специализирующихся в следующих областях сельское и лесное хозяйство, мелиорация, природообустройство, экологическая и промышленная безопасность, пожарная безопасность, безопасности жизнедеятельности. Материалы будут также полезны для специалистов-практиков, желающих повышать эффективность производственных процессов и их защиты от техногенных и природных чрезвычайных ситуаций.

Материалы конференции подготовлены кафедрой «Техносферная безопасность и наземные транспортно-технологические машины» ФГБОУ ВО Вавиловский университет.

XIII Международная научно-практическая конференция проводилась в период 20-21 мая 2026 г. в очной, заочной и дистанционной форме с изданием электронного сборника статей.

УДК 614.8.084
ББК 68.9
ISBN 978-5-7011-0917-7 ©ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026
©Коллектив авторов, 2026

Предисловие

Коллектив кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины» выражает признательность организаторам и участникам XIII Международной научно-практической конференции «Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях» за активное участие и продуктивную работу.

В контексте модернизации агропромышленного и промышленного комплексов одной из ключевых задач образовательных организаций является подготовка высококвалифицированных инженерных кадров. Решение данной задачи неразрывно связано с необходимостью обеспечения тесной взаимосвязи академической науки и реального производства. В связи с этим к будущим специалистам предъявляются повышенные требования, обусловленные необходимостью интеграции в учебный процесс передовых результатов фундаментальных и прикладных научных исследований, инновационных технологий, а также перспективных конструкций машин и оборудования. Данная интеграция является неотъемлемым условием формирования актуальных профессиональных компетенций.

Представленные на конференции материалы, подготовленные ведущими специалистами академической, научной и производственной сфер, призваны стать катализатором для активизации учебной и научно-исследовательской деятельности вузов. Результаты исследований, новые технологии и технические решения представляют практический интерес для предприятий с целью их последующей коммерциализации и внедрения в серийное производство.

Материалы Международной научно-практической конференции, способствуют интеграции и координации усилий отечественных и зарубежных образовательных, научных организаций и производственных предприятий, специализирующихся в области природообустройства и защиты от чрезвычайных ситуаций.

Организаторы желают всем участникам и гостям конференции продуктивной работы, установления новых научных контактов и дальнейших профессиональных достижений.

РАЗДЕЛ I
Энергетическая безопасность предприятий

Научная статья
УДК 674.8

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ БИОТОПЛИВА

Сергей Владимирович Фокин¹ Оксана Николаевна Шпортько²

^{1,2}Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

¹feht@mail.ru, ²shportko-2017@mail.ru

Аннотация. В статье проведён анализ современных технологий и технических средств для заготовки различных видов биотоплива. Рассмотрены основные виды биотоплива, технологические процессы их производства, используемое оборудование, а также преимущества и недостатки различных подходов. Показаны перспективы развития отрасли.

Ключевые слова: биотопливо, порубочные остатки, биодизель, технологии заготовки, возобновляемые источники энергии.

Для цитирования: Фокин С.В., Шпортько О.Н. Анализ технологий и средств для заготовки биотоплива // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.4-9.

Original article
UDC 674.8

**ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND MEANS FOR PRODUCING
BIOFUELS**

Sergey Vladimirovich Fokin¹ Oksana Nikolaevna Shportko²

^{1,2}Yuri Gagarin Saratov State Technical University, Saratov, Russia

¹feht@mail.ru, ²shportko-2017@mail.ru

Abstract. The article analyzes modern technologies and technical means for harvesting various types of biofuel. It considers the main types of biofuel, the technological processes for their production, the equipment used, as well as the advantages and disadvantages of different approaches. The article also highlights the prospects for the development of the industry.

Keywords: biofuel, forest residues, biodiesel, harvesting technologies, renewable energy sources.

For citation: Fokin Safis V.V., Shportko O.N. Analysis of technologies and means for producing biofuels // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 4-9.

Исследование методов и оборудования для добычи сырья под биотопливо раскрывает разветвленную и комплексную сферу, в которой результат напрямую определяется грамотностью проведения начальных операций. Добыча сырья, будучи стартовым звеном производственной цепочки, диктует особые условия к применяемой технике и подходам, дифференцируясь на несколько основных ветвей в соответствии с типом исходного материала [1,2].

В области производства твердого биотоплива (древесная щепа, пеллеты, брикеты) цикл начинается с лесозаготовки либо использования отходов деревообрабатывающей промышленности. Современные технические решения нацелены на максимально полное использование всей биомассы. Этому способствуют многофункциональные машины – харвестеры и форвардеры, осуществляющие не только валку, но и немедленную обрезку сучьев и раскряжевку ствола [3,4,5].

Образующиеся при этом отходы (вершинные части, ветви, кора) не выбрасываются, а направляются на последующее измельчение. Центральное место в этом процессе занимает мобильный или стационарный рубительный агрегат, преобразующий низкосортную древесину в технологическую щепу требуемой фракции. Последующие стадии сушки и прессования в гранулы или брикеты представляют собой отдельный энергозатратный процесс, однако характеристики конечного топлива предопределяются уже на стадии заготовки: критичны состав пород, доля коры и наличие минеральных включений [6,7].

Сбор сырья для биотоплива из сельскохозяйственных источников – соломы злаков, кукурузной кочерыжки или специальных энергетических культур (мискантус, просо прутьевидное) – предполагает модификацию стандартной агротехники. Ключевая цель – эффективный сбор биомассы, распределенной по полю, с наименьшими потерями и попаданием грунта. Для этого задействуются пресс-подборщики, формирующие тюки прямоугольной или цилиндрической формы [8,9].

Современные агрегаты дают возможность контролировать плотность тюкования для улучшения условий транспортировки и складирования. Особняком стоит силосование влажной биомассы для последующего анаэробного сбраживания в биогаз. В этом случае заготовка сводится к скашиванию и измельчению зеленой массы с параллельной погрузкой в транспорт для отправки на биогазовый комплекс, что требует строгого отслеживания влажности и состава сырья [9,10].

Методы получения сырья для жидкого биотоплива (биодизель, биоэтанол) имеют принципиальные отличия. Здесь акцент смещен на возделывание, уборку и первоначальную переработку масличных или богатых сахарами и крахмалом растений (рапс, соя, кукуруза, сахарный тростник). Например, для уборки рапса

используются специальные комбайны, которые обеспечивают прямое обмолачивание, минимизируя повреждение семян.

Дальнейший процесс включает доставку сырья на маслоэкстракционный завод, где семена подвергаются очистке, дроблению и отжиму или экстракции. Таким образом, заготовительная фаза для жидкого биотоплива представляет собой высокотехнологичный сельхозпроцесс с жесткими стандартами к сохранности качества семян или клубней, что непосредственно определяет выход готового продукта.

Для всех категорий биотоплива определяющим элементом остается организация логистики. Низкая насыпная плотность большинства видов биомассы делает транспортировку экономически чувствительным участком. В связи с этим развиваются децентрализованные системы, подразумевающие создание сети пунктов предварительной обработки и консолидации сырья [11,12].

Применение мобильных дробильных установок и прессов позволяет осуществлять первичное уплотнение материала прямо на месте сбора, что снижает объемы и затраты на перевозку. Использование систем GPS-слежения и оптимизации маршрутов помогает рационализировать использование транспортного парка, сокращая время простоя.

Результативная заготовка биотоплива – это всегда поиск баланса между требованиями агрономии или лесного хозяйства, энергетическим потенциалом сырья и экономической эффективностью [13,14].

Встраивание заготовительных операций в общий биоэнергетический цикл, использование высокоточных методов уборки и первичной переработки, а также взвешенная логистика составляют базис для устойчивой и рентабельной биоэнергетики.

Перспективы развития связаны с внедрением роботизированных систем, применением данных дистанционного зондирования для оценки ресурсов биомассы и созданием комбинированных систем, позволяющих заготавливать различные виды сырья для обеспечения непрерывной работы производственных объектов в течение года [15].

Продолжая анализ технологической цепочки, необходимо отметить, что на этапе первичной обработки биомассы происходит ее ключевое преобразование для дальнейшего использования. Для древесного сырья это, помимо измельчения, часто включает сортировку и сепарацию. Современные барабанные или дисковые сортировщики позволяют отделить щепу стандартной фракции, предназначенную для производства пеллет, от более крупной или мелкой, которая может направляться на другие цели или возвращаться в процесс повторного дробления.

Для сельскохозяйственной биомассы, такой как солома, критически важной операцией становится очистка от почвенных включений и растительных остатков других культур. Для этого применяются системы воздушной сепарации и вибрационные решетки, устанавливаемые непосредственно на пресс-подборщики или на стационарных приемных пунктах. Эта ступень напрямую

влияет на качество конечного топлива и эксплуатационные характеристики котлов и реакторов [1,5].

Особое внимание уделяется вопросам сохранения и предварительной консервации сырья. Биомасса, особенно с высоким содержанием влаги, подвержена быстрому биологическому разложению, потере энергетической ценности и самовозгоранию. Для древесной щепы практикуется активная или пассивная сушка на открытых площадках с системой вентиляции, а также использование крытых складов с автоматическим контролем влажности. Тюкованная солома и сенаж часто хранятся под укрытием или с применением специальных пленок, препятствующих попаданию влаги [12].

В контексте сырья для биогаза силосование в траншеях или полимерных рукавах с созданием анаэробной среды становится не просто методом хранения, но начальной стадией технологического процесса брожения. Таким образом, оборудование для укрытия, герметизации и контроля состояния сырья (термометры, газоанализаторы) является важной частью инфраструктуры заготовки.

Энергетическая эффективность самих заготовительных операций становится отдельным предметом оптимизации. Современные харвестеры и пресс-подборщики оснащаются гибридными или полностью электрическими силовыми установками, снижающими потребление дизельного топлива и локальные выбросы.

Развивается концепция использования биотоплива, производимого на месте, для работы заготовительной техники, создавая замкнутые циклы на уровне отдельных хозяйств или лесничеств. Например, измельчители и сушильные агрегаты могут работать на пеллетах или щепе из низкосортной древесины, собранной в процессе основной деятельности. Этот подход не только повышает экономическую устойчивость, но и усиливает экологический баланс всего проекта [11,14].

Технологическая интеграция различных типов сырья открывает путь к созданию многопрофильных заготовительных комплексов. Такие пункты могут быть оборудованы для последовательной обработки, например, древесных отходов, соломы и энергетических трав.

Это позволяет сгладить сезонные колебания в поставках и обеспечить стабильную загрузку биоэнергетических заводов. Ключевым оборудованием здесь становятся универсальные дробилки, способные работать с различными типами волокнистой биомассы, и системы смешивания (биомасса-миксеры) для формирования однородных составов, оптимизированных для конкретного вида переработки – сжигания, газификации или анаэробного сбраживания.

В заключение следует отметить, что развитие методов и оборудования для добычи сырья под биотопливо движется в направлении повышения гибкости, автоматизации и ресурсной эффективности. Будущие разработки, вероятно, будут сосредоточены на создании полностью автономных, роботизированных заготовительных модулей, управляемых искусственным интеллектом для оценки качества сырья в реальном времени и принятия решений о методе его обработки [10,12].

Уже сегодня внедрение систем точного земледелия и лесопользования, основанных на данных геосканирования и IoT, позволяет планировать заготовку с минимальным экологическим воздействием и максимальным выходом полезной биомассы. Этот технологический прогресс, поддерживаемый оптимизированной логистикой, постепенно формирует новый стандарт в биоэнергетике – стандарт непрерывного, экономически и экологически устойчивого цикла от поля или лесной делянки до конечного энергетического продукта.

Список источников:

1. Фокин С.В. О важности развития биоэнергетики в связи с необходимостью применения для производственных и коммунальных целей возобновляемых природных ресурсов / С. В. Фокин, О. А. Фомина // Мир Инноваций. – 2019. – № 4. – С. 23-27.
2. Фокин С.В. К вопросу переработки древесных отходов на предприятиях АПК / С. В. Фокин, О.Н. Шпортько, К.С. Манышев // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: II международная научно-практическая интернет-конференция, с. Соленое Займище, 28 февраля 2017 года / ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». – с. Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2017. – С. 1822-1825.
3. Фокин С.В. К вопросу производства энергетической древесины дисковыми рубительными машинами с различными способами выброса щепы / С.В. Фокин, О.А. Фомина // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2020. – Т. 24, № 2. – С. 68-73.
4. Фокин С.В. Обоснование конструкции машин фрезерного типа для получения биотоплива в условиях лесов степной и лесостепной зон Поволжья / С. В. Фокин, О.Н. Шпортько // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2, № 5-3(10-3). – С. 156-160.
5. Фокин С.В. Современное состояние рынка биоэнергетических технологий / С.В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2, № 3-4(8-4). – С. 107-110.
6. Фетяев, А.Н. Об имитационной модели процесса измельчения порубочных остатков / А. Н. Фетяев, С.В. Фокин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 2. – С. 291-294.
7. Фокин С.В. О важности развития биоэнергетики в связи с необходимостью применения для производственных и коммунальных целей возобновляемых природных ресурсов / С.В.Фокин, О.А. Фомина- Мир Инноваций. 2019. № 4. - С. 23-27.
8. Фокин С. В. Теоретическое обоснование основных конструктивно-технологических параметров устройства для измельчения порубочных остатков / С. В. Фокин, А. С. Бурлаков // Инновационная деятельность. – 2011. – № 4-1(17). – С. 123-130.
9. Фокин С. В. Современное состояние лесного и лесоперерабатывающего комплекса Западной Сибири / С.В. Фокин, О.А. Фомина // Сборник статей II всероссийской (национальной) научно-практической конференции "Современные научно-практические решения в АПК", Тюмень, 26 октября 2018 года / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – С. 149-152.
10. Фокин С.В. О перспективных технических средствах для ведения агролесомелиоративных мероприятий / С.В. Фокин, А.Н. Фетяев, О.Н. Шпортько // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1. – С. 158.
11. Фокин С.В. Моделирование машины для измельчения порубочных остатков / С. В. Фокин // Научное обозрение. – 2011. – № 5. – С. 258-265.

12. Фокин С. В. Технические средства, применяемые при очистке вырубок от отходов лесосечных работ / С.В. Фокин, А.В. Храмченко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3, № 9-2(20-2). – С. 280-283.

13. Касторнова А.В. Оценка потенциала естественного возобновления леса после сплошных рубок на территории Тюменского лесничества / А. В. Касторнова, С. В. Фокин, О. А. Фомина // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 10. – С. 174-178.

14. Фокин, С.В. К обоснованию конструктивно-технологических параметров механизма выброса щепы из дисковой рубительной машины / С.В. Фокин, О.А. Фомина // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 99-107.

15. Фокин, С.В. Описание конструкции и работы опытного образца рубительной машины для измельчения порубочных остатков / С.В. Фокин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3, № 2-1(13-1). – С. 146-149.

© Фокин С.В., Шпортько О.Н., 2026

РАЗДЕЛ II
Развитие мелиорации и водного хозяйства

Научная статья
УДК 631.347.4.001

Ольга Валериевна Карпова¹, Дмитрий Александрович Логинов²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, г. Саратов.

¹oliviya2004@bk.ru, ²loginovdmitrij914@gmail.com

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ДОЖДЕВАТЕЛЕЙ

Аннотация. Статья посвящена проведенному анализу современных зарубежных дождевальных насадок, используемых на дождевальных машинах.

Ключевые слова. Дождевальные насадки, дождеватели, распылители, зарубежная техника, дождевальная машина.

Для цитирования: Карпова О.В., Логинов Д.А. Анализ современных зарубежных дождевателей // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.10-15.

Original article
UDC 631.347.4.001

ANALYSIS OF MODERN FOREIGN SPRINKLERS

Olga Valerievna Karpova¹, Dmitry Aleksandrovich Loginov²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹oliviya2004@bk.ru, ²loginovdmitrij914@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the analysis of modern foreign nozzles used on modern sprinkler machines.

Keywords. Sprinklers, sprinklers, sprayers, foreign equipment, irrigation machine.

For citation: Karpova O.V., Loginov D.A. Analysis of Modern Foreign Sprinklers // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Collection of Papers of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 10-15.

В настоящее время на орошаемых полях РФ широко применяется зарубежная техника полива кругового ($\approx 90\%$) и фронтального ($\approx 10\%$) действия.

Основными производителями этой техники являются австрийская компания Bauer, американская - Walley, Zimatic, Reinke, испанская - RKD и др.

Рабочими дождеобразующими органами широкозахватной многоопорной техники являются дождевальные аппараты и дождевальные насадки. Все дождеватели подразделяются главным образом по дальности разбрызгивания и размера капель дождя.

Зарубежная широкозахватная многоопорная дождевальная техника имеет широкий диапазон модификаций с учетом максимального учета конкретных условий применения, с учетом этого происходит оборудование различными распылительными устройствами поливных трубопроводов дождевальных машин. Конструкции дождевальных аппаратов и насадок имеют много модификаций и устанавливаются с учетом конкретных почвенно-климатических, территориальных и вегетативных условий применения техники полива (таблица 1.1. и 1.2).

Так, дождевальные машины Reinke могут быть оснащены различными насадками, они имеют различные конфигурации их расположения в зависимости от культуры и фазы ее развития, почвенно-климатических условий и т.д.

На последней тележке дождевальной машины устанавливаются концевые секции длиной до 31м, оборудованные концевым разбрызгивателем пистолетного типа. Обычно перед концевым разбрызгивателем устанавливается подкачивающий насос мощностью 2...5 л. с., благодаря чему, увеличивается орошаемый радиус до 40 м. Марки этих разбрызгивателей – Sime Wing, Komet, Nelson SR – 100 и др. Рассмотрим более подробно некоторые насадки зарубежного производства.

Таблица 1.1 – Сравнительные характеристики различных типов насадок

Дождеватели	Дальность, м	Впитывающая способность почвы	Положение
Low Ingle Impacts	17-33	низкая - средняя	сверху
Rotators	10-20	— ~ —	сверху и снизу (УПФ)
Sprinner	7-14	— ~ —	снизу (УПД)
i-Wob (Nutators)	7-14	— ~ —	снизу (УПД)
Super Sprays	4-17	высокая	сверху и снизу (УПД)
D -3000	4-17	— ~ —	сверху и снизу (УПД)
LDN	4-17	— ~ —	снизу (УПД)

Таблица 1.2 – Сравнительные характеристики различных типов дождевателей

Название	Давление	Высота установки, м	Радиус действия, м
L -WOB	0,69...1,38 атм.	0,92...2,75 м	2...8,5

LDN	0,42...1,38 атм.	0,46...4,27 м	2...8,5
SUPER SPRAY	0,42...1,72 атм.	0,46...4,27 м	2...8,5
QUAD- SPRAY	0,42...6,9 атм.	0,20...4,6 м	2...8,5
6° IMPACT	1,72...4,83 атм.	3,05...4,27 м	12,5...17,0
8025 HD	2,42...5,18 атм.	3,05...4,27 м	12,5...17,0

R 3000 Rotator при давлении 1...3,4 атмосфер имеет радиус разбрызгивания - 7,6...11,3 м, идеально подходит для систем приземного дождевания, имеет малую интенсивность дождя (рис. 1.13).



Рисунок 1.13 – Насадка R 3000 Rotator

D 3000 Sprayhead при давлении 0,4...2,8 атм. имеет радиус разбрызгивания 2,5...6,1м, предназначается для проращивания семян, орошения и внесения химикатов. Съемная двухсторонняя крышка позволяет легко менять структуру дождя (рис. 1.14).



Рисунок 1.14 – Насадка D 3000 Sprayhead

Т 3000 Trashbuster, Т 3000 FC используется без регуляторов давления, легко пропускают мусор, используются для дождевания сточными водами в приземном исполнении (рис. 1.15).



Рисунок 1.15 – Насадка Т 3000 Trashbuster

О 3000 Orbitor при давлении 0,7 -1,4 атм. имеет радиус разбрызгивания 7,15-9,0 м, конструкция обеспечивает исключительную однородность и оптимальный размер капель при низком давлении (0,7...1,4 атм.).



Рисунок 1.16 – Насадка О 3000 Orbitor

Применяется в условиях засоренной воды, поскольку в корпусе нет распорок, в которых мог бы застревать мусор (рис. 1.16).

Распылители «i-Wob» имеют вращаемую дефлекторную пластину, что обеспечивает большой радиус полива, удовлетворительное распределение воды и низкую интенсивность дождя. Благодаря рассекателю и системе привода разбрызгивателя струя воды распадается на средние капли, что предотвращает повреждение поливаемых культур при любых изменениях давления в сети (рис. 1.17).



Рисунок 1.17 – Распылители «i-Wob»

Вращающиеся разбрызгиватели имеют радиус действия 3,7...7,62 м при давлениях 0,07...0,35 МПа в зависимости от высоты и давления разбрызгивателя. Вращающиеся разбрызгиватели оборудованы сменными дефлекторами и рекомендованы для орошения больших площадей.

Из рисунка 1.18 видно, что дождеватель «i-Wob» в основном равномерно распределяет воду по всей охватываемой площади. Это означает, что он орошает площадь при значительно более низком уровне мгновенной интенсивности, в результате происходит меньшее уплотнение почвы и сокращаются потери воды от стока.

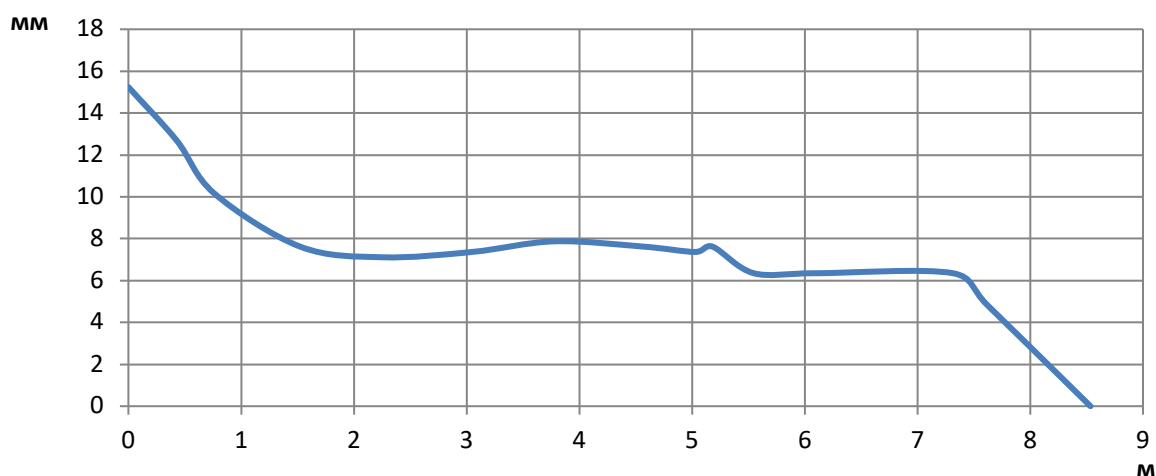


Рисунок 1.18 – Характеристика дождевателя «i-Wob» UP3

Дождеватель предлагается для систем приповерхностного дождевания и выпускается с четырьмя разными рассекателями. Параметры конструкции системы «i-Wob» приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Параметры конструкции дождевателя «i-Wob»

Параметры конструкции системы «i-Wob»	Название модели			
	SA6G	SA9G	LA9G	LA6G

Размер носика				
минимум	№10 - 3,57мм	№ 6 - 2,38 мм	№ 6 - 2,38 мм	№ 12 - 4,76 мм
максимум	№26 -10,32мм	№ 26 -10,32 мм	№ 26 -10,32 мм	№ 26-10,32 мм
Расход				
минимум	509 л/ч	182 л/ч	182 л/ч	736 л/ч
максимум	4811 л/ч	4811 л/ч	4811 л/ч	4811 л/ч
Расстояние между шлангами				
подвесками при расстоянии от земли 1,8 м	5,5 м	6,1 м	5,5 м	4,6 м
Рабочее давление носика				
минимум	0,69 атм.	0,69 атм.	0,69 атм.	0,69 атм.
максимум	1,36 атм.	1,38 атм.	1,38 атм.	1,38 атм.

Анализ современных дождевателей зарубежной широкозахватной дождевальной техники показывает, что конструкции дождевальных насадок и аппаратов имеют много модификаций и оборудованы сменными дефлекторами под конкретные условия эксплуатации. Все предлагаемые распылительные дождеватели, устанавливаемые по всему напорному трубопроводу, рассчитаны на работу при низком давлении в системе до 0,35 МПа; конструкции распылительных устройств выполнены из полимерных материалов, а концевые водометы - из металлических сплавов.

Проведенный анализ показывает, что для дальнейшего совершенствования отечественной оросительной техники необходимо более тщательное изучение зарубежной техники и ее составных частей.

Иностранные распылители имеют высокую стоимость, формируют дождь средней и большой крупности капель дождя, при работе на небольшом давлении 0,07...0,138 МПа. Дождевальная машина проводит большее число поливов небольшими нормами полива порядка 200-220 м³/га.

Список источников:

1. Рыжко, Н.Ф. Совершенствование технических средств и технологии орошения в Поволжье / Н.Ф. Рыжко: монография. – Саратов: Саратовский источник, 2007. – 110 С.
2. Сенчуков, Г.А. Перспективы развития дождевальной техники [Текст] / Г.А. Сенчуков, В.В. Слабунов // Мелиорация и водное хозяйство. 2006. - № 6.-с. 27-28.
3. Sprinkler System Supply & Irrigation System Parts Sprinkler Warehouse: официальный сайт. – URL: (дата обращения: 06.07.2026). – <https://www.sprinklerwarehouse.com/>
4. Nelson Irrigation официальный сайт. – UR: (дата обращения: 06.07.2026). – <https://nelsonirrigation.com/ru/>
5. Каталог фирмы <http://www.agroserver.ru/b/shirokozakhvatnye-dozhdevalnye-mashiny-chamsa-urapivot-chamsa-ur-381633.htm> 2024
6. Vormeleht K.H. Planmabige vorbevengende Instandhaltvnd von Fregat - Bereguvngsmaschinen [Текст] / /Melioration and Landwirtschaftsbau/. 1984. -Т.18. - №8. - С. 354-355. ISSN 0323-6277.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОЙ ВОДОЙ НАСЕЛЕНИЯ С. ОЗЕРКИ ПЕТРОВСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Елена Николаевна Миркина¹, Ольга Валентиновна Михеева²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹docentmirkina@rambler.ru, ²omuk@inbox.ru

Аннотация. В статье говорится, что основными источниками питьевого водоснабжения Петровского муниципального района являются артезианские скважины, расположенные на водозаборных площадках, одиночные скважины, а в сельских поселениях – частные колодцы и мелкие частные скважины.

Ключевые слова: подземная вода, скважины, сельское население, водоносный пласт, артезианские скважины.

Для цитирования: Миркина Е.Н., Михеева О.В. Обеспечение качественной водой населения с. Озерки Петровского района Саратовской области // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.16-19.

Original article
UDC 621.357

PROVIDING QUALITY WATER TO THE POPULATION OF OZERKI VILLAGE, PETROVSKY DISTRICT, SARATOV REGION

Elena Nikolaevna Mirkina¹, OlgaValentinovnaMikheeva²

^{1,2} Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilova, Saratov, Russia

¹docentmirkina@rambler.ru, ²omuk@inbox.ru

Abstract. The article states that the main sources of drinking water in the Petrovsky Municipal District are artesian wells located at water intake sites, single wells, and, in rural areas, private wells and small private wells.

Keywords: underground water, wells, rural population, aquifer, artesian wells.

For citation: Mirkina E.N., Mikheeva O.V. Providing quality water to the population of Ozerki village, Petrovsky district, Saratov region // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp.16-19.

Проблема использования и охраны водных ресурсов является одной из наиболее трудноразрешимых в наши дни. Интенсивное воздействие человека на окружающую среду привело к загрязнению и истощению водных ресурсов. Поэтому жизненно важно сохранять и рационально использовать водные ресурсы.

Водные ресурсы страны состоят из поверхностных и подземных вод. Они используются для различных целей, но одной из главных является обеспечение населения качественной водой.

Одной из основных задач водоснабжения является обеспечение населения водой, отвечающей всем санитарно-гигиеническим требованиям [1].

Повышение надежности и качества водоснабжения населения питьевой водой является одной из важнейших социальных проблем, поскольку здоровье населения в значительной мере зависит от уровня безопасности питьевой воды.

В Указе Президента Российской Федерации от 19.04.2017 № 176 «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» отмечается, что к экологической безопасности относятся: высокая степень загрязнения, и плохое качество воды значительной части водоемов, деградация экосистем малых рек и антропогенное загрязнение грунтовых вод в районах расположения крупных промышленных предприятий.

В Российской Федерации сельскохозяйственное водоснабжение базируется, в основном, на использовании подземных вод, как одного из наиболее перспективных источников питьевого водоснабжения.

Более 35 % сельских жителей пользуется водой из водозаборных колонок, 25 % сельского населения осуществляют водозабор из колодцев, которые находятся в эксплуатации более 25 лет.

Сельское население обеспечено питьевой водой, отвечающим требованиям безопасности, на 58,6%.

Использование подземных вод разнообразно. Они используются в повседневной жизни, для орошения сельскохозяйственных земель, в промышленном производстве и т.д.

В настоящее время изучение качества подземных вод и влияния различных процессов на них является одним из важных направлений в оценке качества жизни населения.

Подземные воды стали одним из важнейших природных ресурсов для человечества.

Для решения стратегических задач по созданию благоприятной среды жизнедеятельности населения и обеспечению социальной стабильности на федеральном и региональном уровнях разработаны проекты «Чистая вода».

В Саратовской области активно реализуется федеральный проект «Чистая вода» направленный на повышение качества питьевой воды через модернизацию систем водоснабжения является увеличение к 2024 году доли жителей, обеспеченных качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения до 92,4 %.

Подземные воды в Саратовской области являются жизненно важным источником питьевой воды, особенно для сельских районов, где они часто являются единственным источником.

В Саратовской области за счет поверхностных и подземных вод осуществляется хозяйственно – питьевое водоснабжение населения.

В связи с глобальным загрязнением поверхностных вод централизованное водоснабжение все в большей степени ориентируется на подземные воды.

В настоящее время на территории области имеется около 4120 скважин на воду.

Подземные воды значительно лучше защищены от негативного внешнего воздействия, поэтому более предпочтительны в качестве источника питьевого водоснабжения.

Однако в настоящее время и эти воды также подвергаются интенсивному загрязнению солями тяжелых металлов, нефтепродуктами, пестицидами, которые со сточными водами, отводимыми в подземные горизонты и на рельеф местности, проникают в водоносные пласты [2].

Подземные воды загрязняются также канализационными стоками, что приводит к наличию патогенной микрофлоры (вирусы, бактерии). В сравнении с поверхностными источниками, подземные воды имеют больше растворенных солей кальция и магния, что делает их более жесткими.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение осуществляется почти полностью за счет подземных вод (более 90%) в городах Аркадак, Аткарск, Калининск, Маркс и Петровск, в 12 рабочих поселках Саратовской области.

Основными источниками питьевого водоснабжения Петровского муниципального района являются артезианские скважины, расположенные на водозаборных площадках, одиночные скважины, а в сельских поселениях частные колодцы и мелкие частные скважины. Жители г. Петровска имеют возможность использовать качественную питьевую воду с городского водозабора около 34% от общего количества добываемой воды централизованного водоснабжения 9200 м³/сутки.

Жители Петровского района употребляют воду условно питьевую. В районе водоснабжение населения происходит из подземного источника с помощью артезианских скважин.

Село, Озерки входит в состав Петровского муниципального района с население 1400 жителей. Водоснабжение данного поселения происходит с помощью каптажа, который расположен в 12 км в Татищевском районе от с. Озерки.

Все это значительно усложняет водоснабжение с. Озерки, особенно в летний период, когда наблюдается перебои с питьевой водой.

Серьезной проблемой является транспортировка воды по изношенным водопроводным трубам в с. Озерки из-за чего качество питьевой воды ухудшается.

Качество воды, подаваемой жителям с. Озерки не соответствует требованиям СанПиН по содержанию железа, марганца, сульфидов, фторидов, солей кальция и магния, органических соединений.

Присутствие железа в природных водах придает воде мутность, желто-бурую окраску. Такая вода неприятная на вкус. Осадок железа снижает ток воды и ускоряет рост железобактерий. В ходе процесса откладывается ил, покрывающий трубопроводы.

Проблема очистки воды охватывает вопросы физических, химических и биологических изменений в процессе обработки с целью сделать ее пригодной для питья, т.е. очистки и улучшения ее природных свойств [3].

При анализе работы очистных сооружений можно отметить, что необходимо применять новые технологии улучшения качества воды по обеспечению чистой и пригодной для питья водой жителей Петровского района. В соответствии с существующими нормами водопотребления, рациональное использование водных ресурсов и повышение надежности систем водоотведения. Также необходимо провести замену систем водоснабжения, базирующихся на подземных источниках [4].

Список источников:

1. Меняйло А.А. Водоснабжение сельских населенных мест/А.А. Меняйло, Миркина Е.Н.//Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы XV Национальной конференции с международным участием. Саратов 10 апреля 2025 года Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2025. – С. 106-110. – EDN NBCUUT.
2. Миркина Е.Н. Безопасная вода для целей водоснабжения//Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы международной научно-практической конференции – Саратов 17-18 марта 2016года – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 2016. – С. 158-160. – EDN WALLWX.
3. Миркина Е.Н. Способы улучшения качества подземных вод/Е.Н. Миркина, Р.М. Айбушев //Основы рационального природопользования. МатериалыV международной научно-практической конференции – Саратов, 15-16 апреля 2016 года – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 2016. – С. 410-413. – EDN UFLUEP.
4. Миркина Е.Н. Использование подземных вод/Е.Н. Миркина, С.С. Орлова, О.В. Михеева // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы XVНациональной конференции с международным участием. Саратов 10 апреля 2025 года Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2025. – С. 111-115. – EDN SHIENV.

© Миркина Е.Н., Михеева О.В. 2026

Научная статья

УДК 628.3

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ольга Валентиновна Михеева¹, Елена Николаевна Миркина²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹omuk@inbox.ru, ²docentmirkina@rambler.ru

Аннотация. В статье говорится о современных методах очистки сточных вод. Станция полной биоочистки типа «ПВО-ТВ-Б» является одним из примеров блочно-модульного комплекса.

Ключевые слова: сточные воды, механическая очистка, biological очистка.

Для цитирования: Михеева О.В., Миркина Е.Н. Современные методы очистки сточных вод // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.20-22.

Original article

UDC 628.3

MODERN METHODS OF WASTEWATER TREATMENT

Olga Valentinovna Mikheeva¹, Elena Nikolaevna Mirkina²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹omuk@inbox.ru, ²docentmirkina@rambler.ru

Abstract. The article talks about modern methods of wastewater treatment. The complete biological treatment plant type "PVO-TV-B" is one example of a block-modular complex.

Keywords: wastewater, mechanical treatment, biological treatment.

For citation: Mikheeva O.V., Mirkina E.N. Modern methods of wastewater treatment // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp.20-22.

К хозяйственно-бытовым стокам относят сточные воды жилых зданий, предпринимательских структур, административно-хозяйственных зданий и т.д. Сточные воды на очистку должны поступать в аэробном состоянии для предотвращения образования сероводорода, который наносит серьёзный вред здоровью и приводит к коррозии стали и бетона.

Промышленные проблемы могут быть вызваны в таком случае и из-за совокупности живых организмов [1].

Механическая очистка представляет собой удаление веществ, которые не растворились в воде и могут быть очищены с помощью осаживания в песколовках и отстойниках, процеживания через сита и решётки, сепарации лёгких веществ и флотации, фильтрации (включая мембранную), центрифугирование.

Биологическая обработка представляет собой основной этап очистки хозяйственно- бытовых сточных вод. Заключается в удалении из сточных вод биологических загрязнений, таких как углерод, аэробных и анаэробных загрязнений [2].

В настоящее время широко используются такие готовые комплексы для очистки хозяйственно-бытовых стоков, как блочно-модульные комплексы, станции очистки стоков в бетонном исполнении.

Станция полной биоочистки типа «ПВО-ТВ-Б» является одним из примеров блочно модульного комплекса. Устанавливается конструкция на бетонное основание. Блок-контейнеры, состыкованные вместе, образуют утеплённое здание, где смонтированы все необходимые оборудование и сооружения. Такая конструкция удобна при эксплуатации при холодном климате.

Подземные станции очистки хозяйственно-бытовых сточных вод типа «ПВО-ТВ» представляют собой стальную цилиндрическую емкость, разделённую перегородками на секции – аэротенк, биореактор аэробный, денитрификатор, вторичный отстойник, третичный отстойник.

Наиболее эффективной и безопасной с точки зрения экологии является биологическая очистка сточных вод. В этом процессе задействованы специальные микроорганизмы.

Установка очистных сооружений – обязательное требование к любому предприятию, где подразумевается образование сточных вод, а также при обустройстве жилых массивов, коттеджных поселков и различных объектов инфраструктуры.

Наиболее эффективной и безопасной с точки зрения экологии является биологическая очистка сточных вод [3,4]. В этом процессе задействованы специальные микроорганизмы. Биологический способ очистки сточных вод заимствован у самой природы. В естественной среде отходы жизнедеятельности разлагаются с помощью микроорганизмов и простейших, которые ими питаются. В установках биологической очистки сточных вод используются специальные биопрепараты, включающие в себя все необходимые микроорганизмы. В результате их деятельности отходы разлагаются на чистую воду и активный ил.

Активный ил - главный действующий компонент, используемый для различных биологических методов очистки сточных вод. Он представляет собой биоценоз бактерий и простейших. Эти микроорганизмы бывают двух типов: аэробные и анаэробные. Аэробным бактериям необходим кислород. Анаэробные способны существовать в бескислородной среде. Соответственно, различают сооружения биологической очистки сточных вод аэробного и анаэробного типа.

Аэробные микроорганизмы могут жить только в присутствии кислорода. Поэтому важно обеспечить достаточное поступление воздуха естественным путем или с помощью компрессоров для аэрации жидкости.

На очистных сооружениях могут использоваться и анаэробные микроорганизмы. В этом случае условия биологической очистки сточных вод проще, так как не требуется использование кислорода. Такие установки работают без аэрации.

Метантенк представляет собой своеобразный отстойник, где отходы подвергаются воздействию биопрепаратов, включающих в себя анаэробные микроорганизмы. Они расщепляют стоки на активный ил, воду, метан, сероводород и углекислый газ. После испарения газов жидкость поступает в центрифугу, где вода отделяется от активного ила. Ее используют для технических нужд или слива, а ил утилизируют или высушивают для использования в качестве удобрения.

К основным преимуществам метода можно отнести энергоэффективность, т.к. оборудование работает с минимальным задействованием энергетических ресурсов и быстро окупается, качество очистки, а также автономность и экологичность.

Однако обслуживание системы сложное и затратное, что является главным ее недостатком. Система требует тщательного контроля и наблюдения со стороны работников предприятия. При необходимости нужно регулировать состав и объемы активного ила, добавляя биопрепараты. В противном случае качество очистки падает, что чревато неприятными последствиями.

Список источников:

1. Михеева, О. В. Разбавление сточных вод водоемами / О. В. Михеева, С. С. Орлова, Т. А. Панкова // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, Саратов, 15–16 мая 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 43-46. – EDN OJSCLH.
2. Михеева, О. В. Новые технологии очистки сточных вод / О. В. Михеева, Е. Н. Миркина // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы X Международной научно-практической конференции, Саратов, 16–17 мая 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 238-242. – EDN JYJAAZ.
3. Миркина Е.Н. Очистка сточных вод / Е.Н. Миркина, Т.А. Панкова, С.С. Орлова // Основы рационального природопользования. Материалы IX Национальной конференции с международным участием. Саратов, 12-13 октября 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 41-44. – EDN UPWUFE.
4. Кондрина Д.Е. Особенности и методы очистки сточных вод / Д.Е. Кондрина, Е.Н. Миркина // Актуальные проблемы природообустройства, водопользования, агрономии, почвоведения и экологии. Материалы Всероссийской (национальной) конференции, посвященная 90-летию гидромелиоративного строительства ОмГАУ), 55-летию факультета агрохимии и почвоведения, 105-летию профессора, доктора географических наук, заслуженного деятеля науки РСФСР Мезенцева Варфоломея Семеновича. г. Омск 2019 года. С.83-86. – EDN DXFBB

© Михеева О.В., Миркина Е.Н. 2026

ПОВЫШЕНИЕ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ И АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОТЫ ШИРОКОЗАХВАТНОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

Анатолий Иванович Рязанцев¹, Игорь Валерьевич Малько²,
Алексей Олегович Антипов³, Евгений Юрьевич Евсеев⁴

^{1,2,3,4}ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем
орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», г. Коломна, Россия

¹ryazantsev.41@mail.ru, ²centorion@yandex.ru, ³antipov.aleksei2010@yandex.ru,

⁴evseev.evgeniy.1995@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены технические решения повышения опорно-сцепных свойств дождевальной машиной «Фрегат» для работы на участках с пересеченным рельефом. Предложены очистительные устройства для ходовых систем, обеспечивающих очистку колес.

Ключевые слова: дождевальная машина, почвенно-рельефные условия, тягово-сцепные свойства, очистительное устройство.

Для цитирования: Рязанцев А.И., Малько И.В., Антипов А.О., Евсеев Е.Ю. Повышение сцепных свойств и агроэнергетическая оценка работы широкозахватной дождевальной машины // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Saratov: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.23-29.

Original article
UDC 631.347

IMPROVED COUPLING PROPERTIES AND AGRO-ENERGY ASSESSMENT OF THE OPERATION OF A WIDE-RANGE SPRINKLER MACHINE

Anatoly Ivanovich Ryazantsev¹, Igor Valerievich Malko², Alexey Olegovich
Antipov³, Evgeniy Yurievich Evseev⁴

^{1,2,3,4}Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research
Institute of Irrigation Systems and Agricultural Water Supply "Raduga", Kolomna,
Russia

¹ryazantsev.41@mail.ru, ²centorion@yandex.ru, ³antipov.aleksei2010@yandex.ru,

⁴evseev.evgeniy.1995@mail.ru,

Abstract. Technical solutions for improving the traction properties of the "Frigate" sprinkler machine for operation in areas with rough terrain are considered. Cleaning devices for running systems providing wheel cleaning are proposed.

Keywords: sprinkler, soil-relief conditions, tractive-coupling properties, cleaning device.

For citation: Ryazantsev A.I., Malko I.V., Antipov A.O., Yevseyev E.Yu. Improved coupling properties and agro-energy assessment of the operation of a wide-range sprinkler machine // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp.23-29.

В Российской Федерации способ орошения дождеванием поливается 94% сельскохозяйственных площадей. Он является наиболее механизированным способом, способствующим внедрению высокой культуры производства, позволяющим полностью автоматизировать технологический процесс полива, повысить производительность труда [8]. При дождевании увлажняются поверхностный слой почвы, растения и приземный воздух, кроме этого, этот способ отвечает экологическим требованиям современности. Успешное развитие орошения дождеванием способствует:

- повышению коэффициентов земельного использования участка и полезного действия оросительной системы в результате использования закрытых трубопроводов;

- высокой степени механизации и автоматизации полива, возможности проведения ночных поливов, а также надежности технологического процесса орошения и доведение коэффициента готовности ДМ и оборудования до 0,98, исключая аварийные сбросы воды [1];

- отсутствию густой сети открытых оросителей и, следовательно, более высокому уровню механизации всех сельскохозяйственных процессов на орошаемых полях.

Однако ДМ «Фрегат» по сравнению с другой сельскохозяйственной техникой имеет более сложные условия работы по колееобразованию и тягово-сцепным свойствам из-за пониженной несущей способности увлажняемых почв, больших длин машин и площадей орошаемых участков с широким диапазоном прочностных и рельефных характеристик.

Для повышения сцепных свойств ДМ применяют различные механико-технологические решения, основанные на изменении конструкции ходовых систем и установке очистительных устройств. Тягово-сцепные свойства ходовых систем в условиях увлажнения почвы в свою очередь можно улучшить двумя способами: очисткой колес от налипшей почвы или путем изменения конструкции самого колеса.

Большее распространение решений получили изменение конструкции колес.

Так, например, в исследованиях Юлдашева З.Ш. [1]: «Ходовое колесо многоопорной дождевальной машины содержит плоский трак 5 (на рис. 1. а – схематически представлено ходовое колесо; б – разрез по спице), которые, соприкасаясь с поверхностью почвы, давят на подвижный шток 7, который, как поршень, входит в корпус направляющей гильзы 6 и через штырь 9 сжимает пружину 11 (в этот момент уменьшается радиус колеса I).

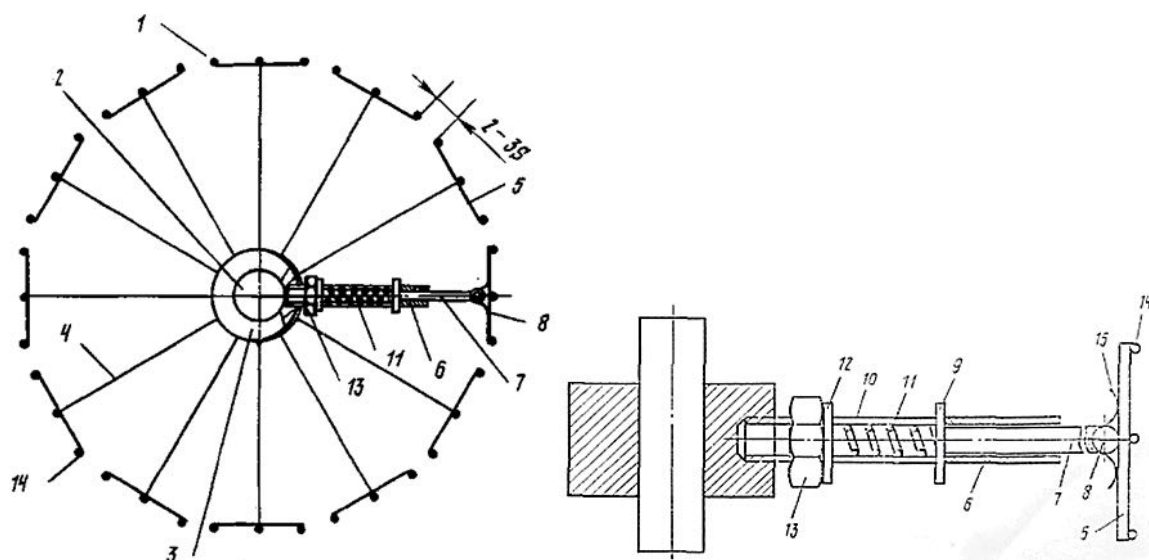


Рисунок 1 – Ходовое колесо многоопорной дождевальной машины
а – ходовое колесо; б – разрез по спице ходового колеса.

1 – ходовое колесо, 2 – ось, 3 – ступица, 4 – спица, 5 – плоский трак, 6 – направляющая гильза, 7 – подвижный шток, 9 – штырь, 11 – пружина, 13 – регулировочная гайка.

Одновременно соседние близлежащие траки 5 под действием тяжести дождевальной машины также контактируют с поверхностью почвы, но не всей своей площадью, а частично: только в месте их соприкосновения с землей. При дальнейшем движении ходового колеса 1 один трак 5 сменяется другим и колесо 1 как бы «перешагивает» с одного трака 5 на другой. Радиус колеса 1 уменьшается, а контакт его с почвой увеличивается за счет большой плоскости соприкосновения трака 5 с грунтом».

Следующим характерным примером изменения конструкции колеса с целью увеличить тягово-сцепные свойства может служить колесо многоопорного поливного трубопровода рис. 2.

Колесо, предложенное Раковым А.Н, работает следующим образом [1]:

Для перегона поливного трубопровода 7 с одной позиции на другую его переводят в транспортное положение (рис. 2).

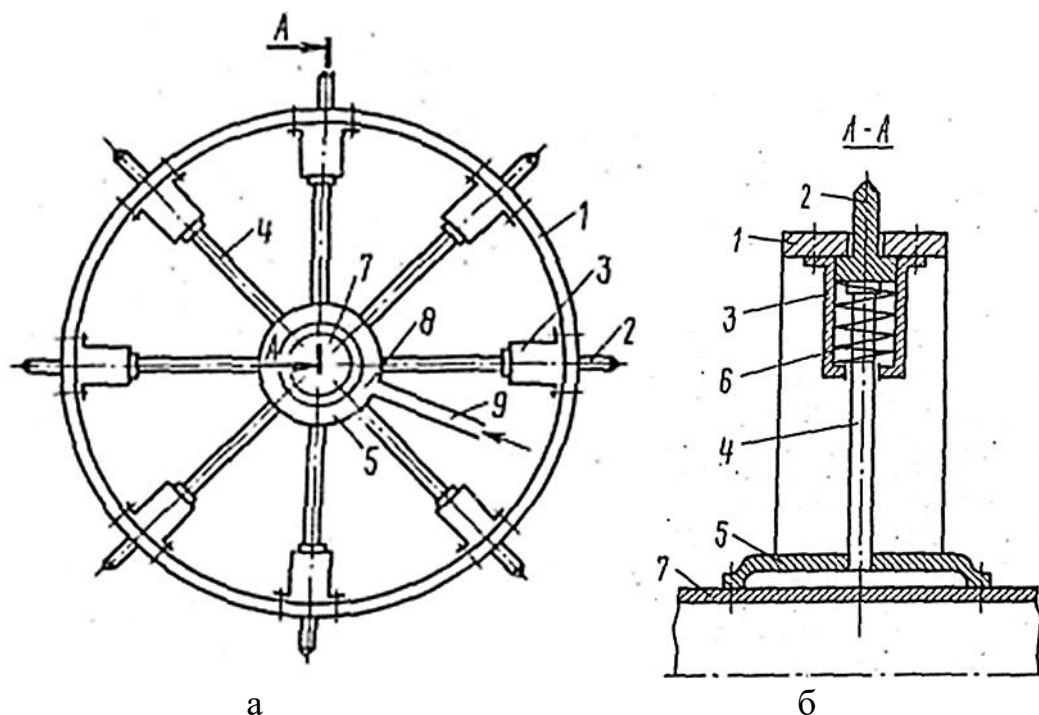


Рисунок 2 – Колесо многоопорного поливного трубопровода
 а – колесо многоопорного поливного трубопровода, б – разрез А-А
 1 – обод, 2 – почвозацеп, 3 – корпус, 4 – стержень, 5 – ступица,
 6 – пружина, 7 – трубопровод, 9 – шланг.

Для этого шланг 9 подключают к закрытой оросительной сети или же к компрессору, установленным на тракторе, откуда вода (воздух) под напором поступает в полость ступицы 5 и из нее распределяется к гибким полым стержням 4, которые под напором принимают свою прямолинейную форму, при этом стержни 4 поднимают трубопровод вверх, переводят из нижнего в верхнее положение и обеспечивают жесткую связь между ступицей 5 и ободом колеса. После чего осуществляют перегон трубопровода на новую позицию. Однако при всех достоинствах данных конструкций у них есть и недостаток, такой как сложность конструкции, а как следствие и сложность в изготовлении.

Для повышения сцепных свойств предлагается также противооткатный тормоз, который содержит ножевой элемент с перпендикулярно присоединенным рычагом с копирующим роликом [2, 3].

Торцевая поверхность обода колеса со стороны противооткатного тормоза выполнена в виде направляющей, представляющей собой чередование выступов и впадин. Ролик копирует направляющую при качении колеса с почвозацепами. При качении колеса ролик рычага под действием выступа направляющей вначале перемещается к центру колеса, а затем начинает перекашиваться по горизонтальной поверхности направляющей, обеспечивая тем самым жесткое прижатие ножевого элемента к ободу между его почвозацепами до тех пор, пока противооткатный тормоз под воздействием почвозацепа не начнет перемещаться в сторону от колеса, а ролик не будет катиться по другой наклонной поверхности выступа.

После прохождения почвозацепа ролик тормоза очистителя под воздействием уклона выступа снова возвращается на прямолинейный участок профиля, и процесс повторяется.

Для повышения качества очистки предлагается ножевой элемент противооткатного тормоза сделать фасонным [4] или в виде гребенки [5].

Фасонная поверхность может быть клиновидной формы либо в виде набора клиньев, либо ковшовой формы. На ножевом элементе может быть закреплена горизонтальная ось, на которой над ножевым элементом установлен дисковый нож с возможностью вращения, а также в вертикальной плоскости может быть закреплён черенковый нож.

Опускаясь между почвозацепами, очиститель врежется в почву, а двигаясь от одного почвозацепа к другому, осуществляет разрушение и подрезание почвы. Дисковый или черенковый нож обеспечивает надрезание внешней поверхности почвы, что способствует снижению силового воздействия на ножевой элемент при его движении в почве. Этот способ отвечает современным требованиям и позволяет в значительной мере увеличить тягово-сцепные свойства ходовых систем ДМ «Фрегат».

Для расчета необходимых параметров (жесткости пружины, необходимых усилий и др.) написана программа и получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ на подбор характеристик очистительного устройства для ходовых систем ДМ «Фрегат». Программа предназначена для расчета параметров работы системы очистки колес дождевальной машины (ДМ) «Фрегат» с учетом взаимодействия механических элементов, а также для оптимизации параметров с целью повышения эффективности очистки и минимизации энергозатрат. Она позволяет моделировать и визуализировать траекторию движения очистительного устройства между почвозацепами колес ДМ «Фрегат», анализировать силы и моменты, действующие на устройство, а также определять оптимальные параметры для работы системы [6].



Рисунок 3 – Траектория движения очистителя между почвозацепами колеса ДМ «Фрегат»

Также разработано специализированное программное обеспечение, предназначенное для инженерных расчетов тягово-сцепных свойств многоопорных дождевальных машин (ДМ) «Фрегат» и оптимизации параметров

очистителей колесных движителей в зависимости от почвенных условий и режимов работы [7].

При использовании программ, выявлено, что для оптимальной траектории движения очистителя и качественной очистки длина тормоза-очистителя должна составить 0,2 м, высота тормоза-очистителя над колесом – 0,07 м, упругость пружины – 5 Н*м/рад. Объем почвы, очищенный между почвозацепами колеса, составляет 70...80 % полного ее объема.

При этом оптимальным вариантом, при котором обеспечивается необходимое качество очистки и наименьшее сопротивление, является очистительное устройство, имеющее пять зубьев при навеске противооткатного тормоза на переднее колесо тележки ДМ «Фрегат» и три зуба при навеске на заднее колесо. Это определяется тем, что переднее колесо требует более основательной очистки, так как в данном случае оставшаяся почва после некачественной очистки на ободу под действием своей массы уплотняется и заливает, причем сила прилипания зависит от площади контакта и проявляется даже при отсутствии нормального давления.

Список источников:

1. Малько, И.В. Технология и дождевальная машина "Фрегат" с усовершенствованными ходовыми системами для полива площадей с пересеченным рельефом: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Малько Игорь Валерьевич. – Рязань, 2006. – 126 с. – EDN NPVILL.
2. Патент на полезную модель № 29440 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/09. Противооткатный тормоз колесного движителя многоопорных дождевальных машин: № 2003103585/20: заявл. 13.02.2003: опубл. 20.05.2003 / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, И. В. Малько. – EDN FMODXM.
3. Патент на полезную модель № 29441 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/09. Толкатель колесного движителя многоопорных дождевальных машин: № 2003104105/20: заявл. 13.02.2003: опубл. 20.05.2003 / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, И. В. Малько. – EDN IUKNKH.
4. Патент на полезную модель № 44914 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/09. Противооткатный тормоз колесного движителя многоопорных дождевальных машин: № 2004134713/22: заявл. 30.11.2004: опубл. 10.04.2005 / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, И. В. Малько. – EDN BWCPVR.
5. Патент на полезную модель № 70077 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/09. Противооткатный тормоз колесного движителя многоопорных дождевальных машин: № 2007142145/22: заявл. 15.11.2007: опубл. 20.01.2008 / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, И. В. Малько. – EDN MSVVPD.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025612624 Российская Федерация. Программа для агроэнергетической оценки работы дождевальной машины «Фрегат» на усовершенствованных ходовых системах: заявл. 16.01.2025: опубл. 03.02.2025 / А. О. Антипов, А. И. Рязанцев, И. В. Малько [и др.]; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Государственный социально-гуманитарный университет». – EDN VYJJSV.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026618810 Российская Федерация. Подбор характеристик очистительного устройства для ходовых систем ДМ Фрегат: заявл. 17.03.2026: опубл. 27.03.2026 / А. О. Антипов, А. И. Рязанцев, Е. Ю. Евсеев, И. В. Малько; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное

учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга». – EDN QXHPFJ.

8. Повышение тягово-сцепных свойств ходовых систем широкозахватных дождевальных машин кругового действия "Фрегат" / А. И. Рязанцев, Н. Я. Кириленко, И. В. Малько, Ю. Н. Егоров // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 3(34). – С. 19-22. – EDN KZOGKT.

© Рязанцев А.И., Малько И.В., Антипов А.О., Евсеев Е.Ю., 2026

РАЗДЕЛ III
Природообустройство и изменение ландшафтов

Научная статья
УДК 632

ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

Иван Владимирович Будагов¹, Леонид Олегович Надбережный²

^{1,2}ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, Россия

¹ivan_budagov@mail.ru, ²kravchenko.ellina@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с охраной земель. Отдельно рассматриваются вопросы, связанные с совершенствованием законодательной базы охраны земель, рекультивацией земель, экологической экспертизой при выполнении мероприятий по охране земель. Сформулированы выводы о необходимости мероприятий по охране земель.

Ключевые слова: охрана земель, рекультивация земель, загрязнение, экологическая экспертиза.

Для цитирования: Будагов И.В., Надбережный Л.О. Охрана земель как инструмент природообустройства // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 30-35.

Original article
UDC 632

LAND PROTECTION AS AN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT TOOL

Ivan Vladimirovich Budagov¹, Leonid Olegovich Nadberezhny²

^{1,2}Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

¹ivan_budagov@mail.ru, ²kravchenko.ellina@mail.ru

Abstract. The article discusses issues related to land protection. The article discusses issues related to improving the legislative framework for land protection, land reclamation, and environmental impact assessments for land protection measures. The article concludes that land protection measures are necessary.

Keywords: land protection, land reclamation, pollution, environmental impact assessments.

For citation: Budagov I.V., Nadberezhny L.O. Land protection as an environmental management tool // Innovations in Environmental Management and

В современных условиях любое использование земельных ресурсов, разработка и внедрение новых объектов и производств требует разработки и внедрения мероприятий по охране земельных ресурсов. Исходя из приведенного определения, мы можем заключить о необходимых целях и задачах охраны земель.

В современных условиях цели и задачи охраны земель заключаются в предотвращении их деградации, загрязнения, захламления, нарушения, других негативных воздействий хозяйственной деятельности, в обеспечении улучшения и восстановления нарушенных земель. Для достижения указанных целей следует выполнять следующие действия и мероприятия по:

- сохранению почв и их плодородия, сохранению достигнутого уровня мелиорации, рекультивации нарушенных земель, сохранению и восстановлению плодородия почв, своевременному вовлечению земель в оборот;
- защите земель от водной и ветровой эрозии, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения радиоактивными и химическими веществами, захламления отходами производства и потребления, загрязнения;
- защите сельскохозяйственных угодий и других земель от заражения бактериально-паразитическими и карантинными вредителями и болезнями растений, зарастания сорными растениями, кустарником и мелколесьем.

Для достижения заявленных целей охраны земель разрабатываются федеральные, региональные и местные программы, учитывающие направления хозяйственной деятельности на охраняемых землях, рациональное использование земель, предотвращение необоснованных изъятий земель из сельскохозяйственного оборота, восстановление продуктивности земель, воспроизводство и повышение плодородия почв.

Необходимо выполнять внедрение новых технологий в случае их несоответствия предусмотренным законодательством санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям запрещается [1].

При проведении строительных работ, добыче полезных ископаемых и нарушении почвенного слоя плодородный слой снимается и используется для улучшения малопродуктивных земель. Для проверки соответствия почвы экологическим и иным нормативам проводятся почвенные, геоботанические, агрохимические обследования. В целях предотвращения деградации земель, восстановления плодородия почв и загрязненных территорий допускается консервация земель с изъятием их из оборота.

Одним из условий выполнения природоохранных мероприятий с целью охраны земельных ресурсов является совершенствование законодательной базы в области охраны земель.

Охрана земель как основы жизни и деятельности народов, согласно принципу, закрепленного в ст. 9 Конституции РФ является фундаментом прав и обязанностей государства, общества и обладателей земельных участков.

Основным документов регулирующим данный вопрос является Земельный Кодекс России (ЗК РФ)

Согласно ст. 12 ЗК РФ использование земель должно осуществляться способами, обеспечивающими сохранение экологических систем, способность земли быть средством производства в сельском и лесном хозяйстве, основой хозяйственной и любых иных видов деятельности. В соответствии со ст. 13 ЗК РФ оценка состояния земель и эффективности мероприятий по их охране проводится с учетом санитарно-гигиенических требований и экологической экспертизы.

В федеральном законе «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ предусматривается ряд экологических требований, предъявляемых к землевладельцам и землепользователям, в частности:

- при мелиорации земель, размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе, эксплуатации мелиоративных систем (ст. 43);
- производстве, обращении и обезвреживании потенциально опасных химических веществ (ст. 47);
- использовании радиоактивных веществ и ядерных материалов (ст. 48);
- использовании химических веществ в сельском хозяйстве (ст. 49);
- обращении с отходами производства и потребления (ст. 51).

Теперь рассмотрим ряд других нормативно-правовых актов, которые расширяют область регулирования в сфере охраны земель. Основным актом законодательства, устанавливающим регулирование санитарно-гигиенических норм и требований к охране земель, является ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии» от 30.03.1999 № 52-ФЗ и в соответствии с ним принятых постановлений Главного государственного санитарного врача РФ, утверждающих различные санитарные нормы и правила (СанПин).

Правовые основы деятельности в области мелиорации земель и обеспечения эффективного использования и охраны мелиорированных земель устанавливаются в ФЗ «О мелиорации» от 10.01.1996 № 4-ФЗ.

В ФЗ от 16.07.1998 № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» под загрязнением почв понимается содержание в них химических соединений, радиоактивных элементов, патогенных организмов в количествах, оказывающих вредное воздействие на здоровье человека, окружающую природную среду, плодородие земель сельскохозяйственного назначения [2].

Охрана и безопасность земель, а также обеспечение безопасности на землях регулируются в Федеральных законах от 05.03.1992 № 2446-1 «О безопасности», от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения», от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений», от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». Предусматривается, что технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие относительно земель безопасность излучений, биологическую безопасность, взрывобезопасность; механическую, пожарную,

промышленную, термическую, химическую, электрическую, ядерную и радиационную безопасность.

Одним из мероприятий по охране земель является такое мероприятие как консервация земель. Постановлением Правительства РФ от 02.10.2002 № 830 утверждено Положение о порядке консервации земель с изъятием их из оборота.

Под консервацией земель понимают временное изъятие их из оборота в целях предотвращения деградации земель, восстановления плодородия почв и загрязненных территорий.

Допускается консервация земель, подвергшихся негативным воздействиям, в результате которых происходят деградация земель и ухудшение экологической обстановки, в том числе:

- земель, подвергшихся водной и ветровой эрозии, воздействию селей, вторичному засолению, иссушению, уплотнению, а также земель в районах Крайнего Севера, занятых оленьими пастбищами, с сильно нарушенным почвенно - растительным покровом;

- земель, имеющих просадки поверхности вследствие использования недр или естественных геологических процессов;

- земель, загрязненных радиоактивными веществами, нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими токсичными химическими веществами, биологическими веществами и микроорганизмами свыше предельно допустимых концентраций вредных веществ, включая земли, на которых в результате радиоактивного, химического или биогенного загрязнения не обеспечивается производство продукции, соответствующей требованиям.

Основополагающим актом, регулирующим предупреждение и ликвидацию радиоактивного загрязнения, является ФЗ от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения», в котором предусматриваются принципы обеспечения радиационной безопасности, мероприятия по обеспечению радиационной безопасности, государственное нормирование и лицензирование, а также права и обязанности граждан в области радиационной безопасности [3].

Появление этой статьи в ЗК РФ обусловлено:

- интенсификацией процессов химизации сельского хозяйства и промышленности,

- внедрением в народное хозяйство источников ионизирующего излучения,

- накоплением в почвах и окружающей среде радиоактивных веществ,

- выводом из эксплуатации атомных подводных лодок и атомных реакторов,

- иными результатами научно-технического прогресса.

В методических указаниях «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» (МУ 2.1.7.730-99), утв. Минздравом России (07.02.1999) устанавливается безвредная для человека предельно допустимая концентрация химического вещества в почве. Кроме указанных актов данный вопрос регулируют следующие нормативные документы:

- Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель (Письмо Роскомзема от 27.03.1995 N 3-15/582);

- Инструкция по организации и осуществлению государственного контроля за использованием и охраной земель органами Минприроды России, утвержденная Приказом МПР РФ от 25.05.1994 № 160 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 16.06.1994 № 602);

- Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (Письмо Минприроды РФ № 04-25, Роскомзема № 61-5678 от 27.12.1993 г.).

ФЗ от 10.07.2001 № 92-ФЗ «О специальных экологических программах реабилитации радиационно-загрязненных участков территории» на Правительство РФ возложены: определение порядка и сроков разработки специальных экологических программ, очередности их финансирования; разработка и обеспечение выполнения федеральных специальных программ; контроль за реализацией специальных экологических программ.

Под рекультивацией земель понимается комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды [1]. Это комплекс мероприятий и технологических процессов, направленных на восстановление продуктивности земель, регламентируемый в значительной степени правом. В случае несоблюдения указанных требований лицами, осуществляющими хозяйственную деятельность, и причинившими убытки собственникам земельных участков, землевладельцам, землепользователям и арендаторам они возмещаются по Правилам, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 07.05.2003 № 262.

Постановлением Правительства РФ от 23.02.1994 № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» установлено, что расходы на рекультивацию почв, нарушенных юридическими лицами, относятся на эти юридические лица в соответствии с утвержденным проектом рекультивации.

Правила обеспечения плодородия дифференцируются в зависимости от категорий земель и специфики их охраны. Законодательством предусматривается также охрана плодородного слоя лесных земель, которая осуществляется, например, в соответствии с Правилами ухода за лесами в целях повышения продуктивности лесов и сохранения их полезных функций путем вырубki части деревьев и кустарников, проведения агролесомелиоративных и иных мероприятий [4, 5].

Экологическая экспертиза. Является одним из организационно-правовых способов охраны земель. Ее цель состоит в установлении соответствия намечаемой деятельности экологическим требованиям и предупреждении возможных неблагоприятных воздействий хозяйственной деятельности на природные ресурсы и окружающую среду. Эти отношения регулируются ФЗ «Об экологической экспертизе» 1995 года. Важнейшим элементом экспертизы применительно к земельным правоотношениям является оценка воздействия каждого проекта на окружающую среду (ОВОС). Экологическая экспертиза основывается на принципах презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности;

обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации проекта; комплексности оценки воздействия на окружающую среду и его последствий в целях обязательной меры охраны земель и благоприятных условий проживания; достоверности и полноты информации, представляемой на экологическую экспертизу; независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий; научной обоснованности, объективности и законности заключений; гласности, участия общественных объединений, учета общественного мнения; ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экспертизы.

Правила установления и определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами предусмотрены Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. в ноябре 1993 г. МПР России и Госкомземом России) [6, 7]. Согласно пп. 2.3, 2.5, 2.10 указанного Порядка выявление загрязненных земель и определение степени их загрязнения осуществляется в соответствии со специальными нормативными и методическими документами с составлением актов о загрязнении земель.

Ущерб от загрязнения при произведенных выбросах и сбросах загрязняющих веществ определяется на основе данных обследования земель и лабораторных анализов по сравнению с данными предыдущих обследований и анализов, при захлавлении земель несанкционированными свалками отходов – на основе данных об объеме отходов и степени их опасности.

Список источников:

1. Приказ Минприроды РФ N 525, Роскомзема N 67 от 22.12.1995 «Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 29.07.1996 N 1136)
2. Приказ МПР РФ от 16.07.2007 N 185 "Об утверждении Правил ухода за лесами" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 29.08.2007 N 10069)
3. Письмо Минприроды РФ N 04-25, Роскомзема N 61-5678 от 27.12.1993 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами»
4. Дистанционные методы проведения мониторинга земель. Будагов И.В., Кравченко Э.В., Борисова Д.И., Москвина П.П. В сборнике: Актуальные проблемы природопользования и природообустройства. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 65-68.
5. Экологические проблемы урбанизации. Кравченко Э.В., Дьякова Н.А. В сборнике: Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 223-225.
6. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая Среда и человек. – М.: 1986.
7. Мониторинг состояния городской среды для целей размещения и строительства объектов недвижимости. Кравченко Э.В., Сташ З.Н. В сборнике: Девелопмент и инновации в строительстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 774-781.

ЭТОЛОГИЯ ЛЕСНЫХ БИЗОНОВ (*BISON BISON ATHABASCAE* RHOADS, 1897) В МЕСТНОСТИ УСТЬ-БУОТАМА ЯКУТИИ

Наталья Николаевна Григорьева¹, Василий Дмитриевич Теряков², Михаил Андреевич Мигалкин³

^{1,2,3} Арктический государственный агротехнологический университет, Россия, г. Якутск

¹nataliag@mail.ru, ²teryakov2018@gmail.com, ³mmigalkin12@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы адаптации лесного бизона, привезенного из Канады в рамках республиканской программы «Реализация государственной экологической политики Республики Саха (Якутия) в области обогащения биоразнообразия флоры и фауны». Исследованы взрослые бизоны в количестве 10 голов, их кормление и суточная активность в летний и зимний периоды года. Суточный рацион питания составил: сено – 10–15 кг; сенаж – 7–8 кг; комбикорм – 2–3 кг. В качестве минеральной подкормки животным дают минеральные добавки типа «Премикс» – 20–25 г и соль-лизунец. По результатам суточного хронометража, ежедневный маршрут лесных бизонов составляет от 2700 м до 4800 м, в среднем 3900 м. В зимний период года показатели суточной активности сложились следующим образом: время, затраченное на прием корма у бизонов, составляло 54,2%, на отдыхе животные находились 41,5% времени, на перемещения у них уходило 4,3% суточного времени. Зимой время на прием корма снижается на 25,66%, а время на отдых и перемещение повышается на 42,17% и в 2 раза соответственно. Такая картина поведенческой реакции лесных бизонов соответствует адаптации к местным климатическим условиям.

Ключевые слова: лесной бизон, этология, кормление, адаптация, суточная активность.

Для цитирования: Григорьева Н.Н., Теряков В.Д., Мигалкин М.А. Этология лесных бизонов (*Bison bison athabasca* Rhoads, 1897) в местности Усть-Буотама Якутии // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С 36-43.

Original article
UDC 599.735.51

ETHOLOGY OF FOREST BISON (*BISON BISON ATHABASCAE* RHOADS, 1897) IN THE UST-BUOTAMA AREA OF YAKUTIA

Natalia Nikolaevna Grigorieva¹, Vasily Dmitrievich Teryakov², Mikhail Andreevich Migalkin³

^{1,2,3}Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

¹nataliag@mail.ru, ²teriyakov2018@gmail.com, ³mmigalkin12@gmail.com

Annotation. The article discusses the adaptation of the forest bison brought from Canada within the framework of the republican program "Implementation of the state environmental policy of the Republic of Sakha (Yakutia) in the field of enriching the biodiversity of flora and fauna". Adult bison in the number of 10 heads were studied, including their feeding and daily activity during the summer and winter periods of the year. The daily ration was: hay – 10–15 kg; haylage – 7–8 kg; mixed feed – 2–3 kg. As a mineral supplement, animals are given mineral additives such as "Premix" – 20–25 g and salt blocks. According to the results of the daily timekeeping, the daily route of the forest bison ranges from 2,700 m to 4,800 m, with an average of 3,900 m. In winter, the indicators of daily activity were as follows: the time spent on feeding bison was 54.2%, the animals spent 41.5% of the time on rest, and 4.3% of the daily time on movement. In winter, the time for feeding decreases by 25.66%, and the time for rest and movement increases by 42.17% and 2 times, respectively. This pattern of behavioral response of forest bison corresponds to adaptation to local climatic conditions.

Keywords: forest bison, ethology, feeding, adaptation, daily activity.

For citation: Grigorieva N.N., Teryakov V.D., Migalkin M.A. Ethology of forest bison (*Bison bison athabasca* Rhoads, 1897) in the Ust-Buotama area of Yakutia // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp.36-43.

В 1996 году указом Президента Республики Саха (Якутия) М.Е. Николаевым № 1376 утверждена республиканская программа «Реализация государственной экологической политики Республики Саха (Якутия) в области обогащения биоразнообразия флоры и фауны». Одним из разделов, которой является программа «Реакклиматизация бизона в лесной зоне Якутии». Целью данного проекта явилось восстановление естественно-исторического ареала бизонов на северо-востоке Евразии. В рамках данного проекта в 2006 по 2019 годы всего было завезено из Канады три партии бизонов по 30 голов. Бизоны хорошо перенесли длительный перелёт. В тот же день наземным транспортом в специальных трейлерах из аэропорта г. Якутска их привезли в питомник «Усть-Буотамы».

Лесной бизон является редким видом, занесенным в Международную Красную Книгу. Этот вид обитал на территории Якутии еще во времена мамонтов, и исчез примерно три тысячи лет назад. Возрождение жизнеспособной популяции лесных бизонов расширит базу природных ресурсов, что будет способствовать росту экономического развития и социального благополучия местного населения. В последующем появится возможность использования бизонов как охотничьего ресурса.

Как отмечают авторы В.И. Максимов, В.Ф. Лысов [1] физиологическая адаптация – совокупность процессов наследственных и развивающихся в течение индивидуальной жизни животного, обеспечивающих возможность жизнедеятельности в изменённых условиях среды. Физиологическая адаптация обеспечивается генетически сформированными механизмами и механизмами, формирующимися в процессе индивидуальной жизни при определенных условиях. Мурашкин Д.Е., Арнаутковский И.Д., Гоголов В.А. [2] отмечают, что успех перемещения животных в новые географические и агроклиматические зоны с другими биогеохимическими условиями зависит как от адаптационной способности животных перемещаемых популяций, так и от создания для них максимально комфортных условий кормления и содержания, соответствующих требованиям их генотипа. Кроме того, рост, развитие и продуктивность животных зависят, прежде всего, от кормления разнообразными, доброкачественными и питательными кормами. Чем полнее корма удовлетворяют потребности организма, тем они питательнее для данного организма животного.

Цель исследования – изучение суточного поведения (этологии) лесных бизонов в условиях центральной Якутии. Основным методом исследований послужили эмпирические методы (наблюдение, сравнение и обобщение). Объектом исследования явился лесной бизон, населяющая в устье Буотама на территории Хангаласского улуса в Якутии, а предметом исследований – питание и суточная активность лесных бизонов.

Результаты. Проводили регистрацию всех наблюдавшихся поведенческих реакций у животных на различных фазах суточной деятельности и периодов покоя (n=10). Безусловно адаптация животных сопровождается ответной реакцией организма на раздражение, проявляющееся различным поведением животных. А поведение - это образ жизни, их деятельность, направленная на удовлетворение биологических потребностей. Путем особенностей поведения животные адаптируются к внешней среде на основе выработки условно-рефлекторной связи или биологических ритмов.

Как отмечает В.В. Степанова акклиматизация лесных бизонов к холодному климату в зоне тайги связана с резко охлаждающими факторами и географическими особенностями данной местности. Здесь продолжительная суровая зима сочетается с коротким световым периодом времени суток и ультрафиолетовой недостаточностью в течение полугода. При новых условиях происходят более или менее стойкие морфологические, физиологические и этологические изменения, позволяющие им не только выживать в новых условиях, но и размножаться.

В Центральной Якутии лесной бизон предпочитает среднеувлажненные луговые станции с участками леса и мелко долинные луга, процент участия самок в размножении в среднем выше, чем на севере Канады (72 и 50%, соответственно). В зимний период в Центральной Якутии бизоны практически полностью существуют за счёт питания искусственными кормами – сеном, сенажом и комбикормом, при этом отмечено снижение двигательной активности: животные почти не уходят от мест прикормки [3]. Круглогодичное

содержание бизонов на ограниченной площади приводит к выбиванию травянистого покрова, уплотнению почвы, а постоянные перемещения уплотняют снежный покров, ведут к промерзанию почвы и вымерзанию растений, отмечено объедание верхушечных побегов подроста древесных растений, повреждение и высыхание молодых деревьев [3]. По устным сообщениям сотрудников природного парка «Синяя», эти особенности зимнего поведения сохраняются при полу вольном содержании.

Так как бизон относится к жвачным животным, суточный рацион питания составила: сено – 10-15 кг: сенаж – 7-8 кг; комбикорм – 2-3 кг. В качестве минеральной подкормки животным дают минеральные добавки типа «Премикс»- 20-25 гр. и соль лизунец (постоянно).

Кормят в основном утром и вечером, чередуя сено и сенаж, добавляют комбикорм и минеральные добавки типа «Премикс». Соль лизунец потребляется бизонами произвольно. Корм выкладывается в специальные кормушки. Если сено и сенаж хорошего качества, то бизонами поедается охотно полностью.

В зимние месяцы лесные бизоны питаются по нормам суточного рациона, рисунок 1.

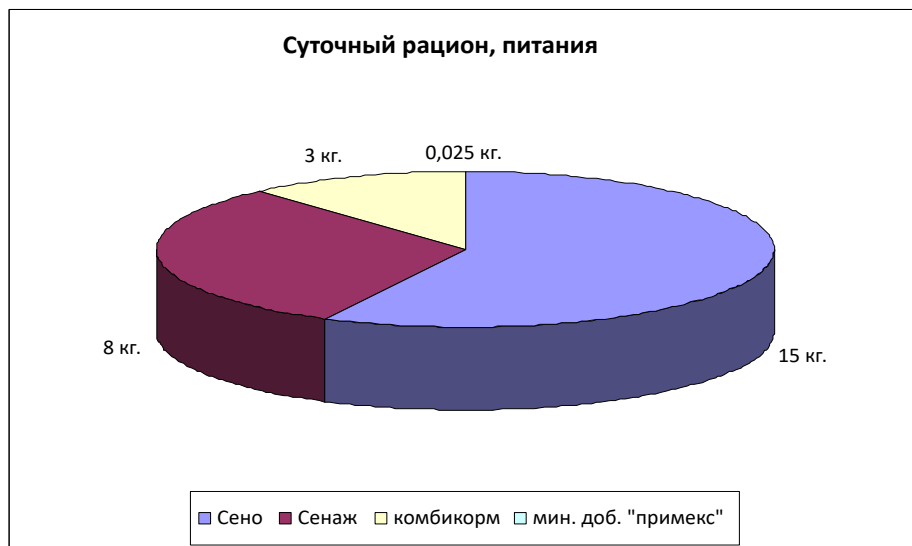


Рис.1. Суточный рацион, питания

Весной - (с мая месяца) после таяния снежного покрова начинают поедать прошлогоднюю траву, кустарники и кору корни деревьев. Летом – (июнь, июль, август) полностью переходят на вольный выпас территории бизонария, площадью 4,5 км, поедая растительность. Осенью – (до октября) до выпадения снежного покрова поедают растительность территории, начинают подкармливать (сено, сенаж, комбикорм).

Примерные расчёты нормы кормления за 1 год, полгода и за 1 месяц по видам кормов, рисунок 2.

Благодаря тому, что бизон менее разборчивый и привередливый в кормлении, чем домашний скот, он вполне может обходиться местной растительностью.

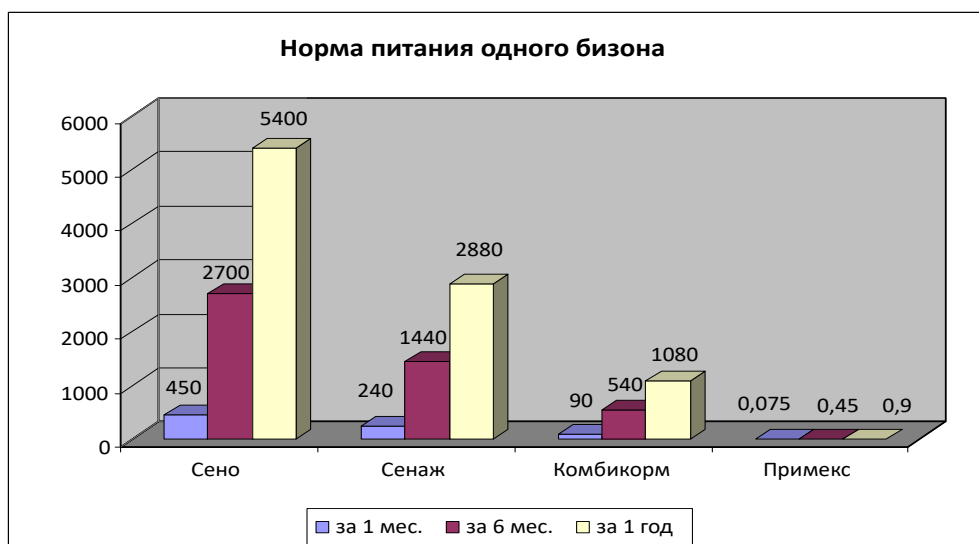


Рис.2. Норма питания бизона на гол.

Несмотря на явную скудность кормовых ресурсов, оставшихся в загонах в сентябре, бизоны по внешнему осмотру имели среднюю упитанность, кроме самок, продолжающих кормить телят. Тем не менее, в поведении бизонов ощущалась нехватка подножных кормов. Высокий травостой с внешней стороны изгороди был выстрижен почти по всему периметру загонных территорий.

Из-за недостаточных запасов травы на огражденной территории бизоны дополнительно щипали траву за изгородью. Поэтому с середины сентября их усиленно подкармливают сеном и комбикормом. Находящиеся в загоне бизоны за сутки делали несколько переходов из одного загона в другое. Расстояния переходов между загонами составляют примерно от 200 до 600 м, в среднем 300 м. Переходы за сутки составляли от 1 до 7, в среднем 3,2 раза. Двигательная активность бизонов по нашим наблюдениям достаточно более высокая в летнее время, чем в зимнее время. Что соответствует данным других исследователей экономного расходования энергии животными в холодное время года.

Для установления времени пищевой активности проводили прямое наблюдение взрослых особей бизонов, охватили в летний период июнь, июль месяцы, а в зимний период - февраль.

Пищевое поведение бизонов в летнее время (n=10), пик двигательной активности, связанная с поиском и приемом корма в загоне за сутки, проявляется четыре раза: первый пик двигательной пищевой активности наблюдали ночью с 1 ч. – 3 ч.; второй утром с 7-9 ч; третий днем 11ч - 13 ч.; четвертый с 18.00 ч – 21.00 ч. Схожую с нашими прямыми наблюдениями отмечают и другие авторы Петров А.А. Кривошапкин А.А. [4]. По нашим данным в жаркую, ясную, безветренную погоду периоды пастбища бизонов продолжались от 15-20 мин до 140 мин., в среднем 80,5 мин. (1,20 ч) Периоды отдыха длились в дневное время от 60 до 380 мин. (6,3 ч), в среднем 168,0 мин. (2,8 ч.) В теплое время года продолжительность на кормежку составляло уже 72,9% всего времени, на отдыхе животные находились 24,0% времени, на перемещения у них уходило лишь 1,9% времени, рисунок 3.

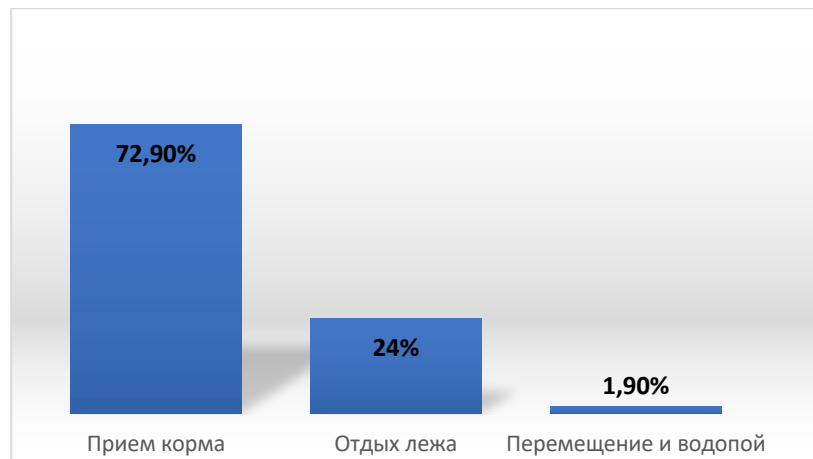


Рис.3 Показатели суточной активности и отдыха лесных бизонов в летний период

Было установлено, что наибольшая активность у бизонов наблюдается в относительно прохладную погоду. В жаркие же дни животные предпочитают находиться в тени, затрачивая больше половины времени на отдых. Значительно возрастает и время пространственных перемещений, что, видимо, связано с поиском более прохладных мест в дни с жаркой погодой.

В зимнее время пищевое поведение бизонов (n-10), пик двигательной активности, связанная с поиском и приемом корма в загоне за сутки, установлено 3 пика: первые двигательные активности во время подкормки и кормами бизонов утром с 7 ч. – 11 ч.; второй днем с 14 ч. – 17 ч.; третий вечером 19 ч. – 21 ч. После 11 ч. наблюдается единичные случаи активности бизонов

По нашим данным в холодную, безветренную погоду периоды пастбы бизонов продолжались от 30 до 200 мин., в среднем 120 мин. (2 ч.). Периоды отдыха длились в дневное время от 60 до 260 мин., в среднем 140 мин. (2.20 ч.). В связи с суровыми холодными условиями, двигательная активность бизонов замедлилась. Чтобы сохранить энергию лесные бизоны замедлили обмен веществ. В зимнее время года продолжительность на кормежку составляло уже 54,2% всего времени, на отдыхе животные находились 41,5% времени, на перемещения у них уходило лишь 4,3% времени, рисунок 4.

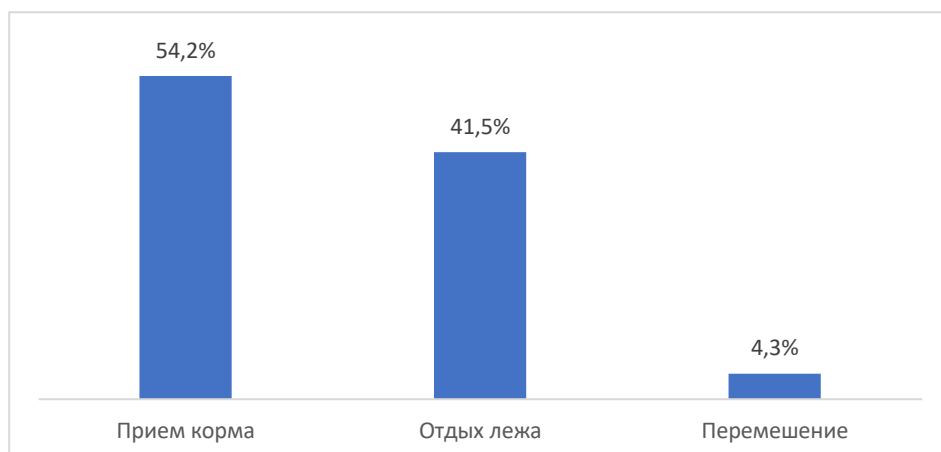


Рис. 4. Показатели суточной активности и отдыха лесных бизонов в зимний период

Бизон относится к жвачным животным, захватывая корм, проглатывает его, почти не пережевывая. Затем в перерыве между приемами корма он отрыгивается в ротовую полость, тщательно пережевывается и снова проглатывается. Отрыжка принятого корма, пережевывание и обратное проглатывание называют жвачным процессом. Время, в течение которого происходит пережевывание многократно отрыгиваемой рубцовой массы, называют жвачным периодом. После приема корма через 40 -50 минут у бизонов наблюдается жвачный процесс, что соответствует по времени наступления жвачного процесса у крупного рогатого скота. Количество жвачных периодов не смогли установить.

Важнейшее значение для участка обитания имеет лесная площадь, служащая им местом защиты. В лесных участках загонов бизоны вытоптали так называемые стойла. Стойла наблюдались по всем кустистым участкам летних загонов №1, №2, резервного загона №2, а также по опушке зимнего загона, где наибольшая площадь лесного участка.

Во всех загонах имелись так называемые каталища, где бизоны валяются и укатывают при этом землю. Каталища располагаются в различных участках и как правило, лишены растительности, поскольку используются бизонами ежедневно и многократно. Бизон ложится на каталище, и валяется на земле боком до спины и так несколько раз. Всего в вольерах было насчитано 31 каталище (10 больших и 21 маленьких) размером в длину от 1,2 до 5,3 м, в ширину от 0,8 до 2,5 м. Расстояния между близлежащими каталищами достигают от 11 до 23 м, между отдельными до 354-362 м, в среднем 165 м. В одном загоне имеются от 1 до 3 больших каталищ, в одном месте могут быть 2-3 маленьких каталища. Каталища располагаются в загонах в большинстве случаев ближе к краю.

По результатам суточного хронометража, ежедневный маршрут лесных бизонов составляет от 2700 м до 4800 м, в среднем 3900 м.

Вывод. В зимний период года показатели суточной активности сложились следующим образом: время, затраченное на прием корма у бизонов составляло 54,2%, на отдыхе животные находились 41,5% времени, на перемещения у них уходило 4,3% суточного времени. Зимой время на прием корма снижается на 25,66%, а время на отдых и перемещение повышается на 42,17% и в 2 раза соответственно. Такая картина поведенческой реакции лесных бизонов соответствует адаптации местным климатическим условиям. В летний период больше времени бизон затрачивает на прием корма, для увеличения массы тела, запасаания питательных веществ в организме, меньше отдыхают и передвигаются.

Список источников:

1. Максимов, В. И. Основы физиологии и этологии животных: учебник для вузов / В. И. Максимов, В. Ф. Лысов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 504 с.
2. Мурашкин Д.Е., Арнаутовский И.Д., Гоголов В.А. Динамика гематологических показателей и живой массы телок при адаптации к условиям Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. -2016. -№2(38) –С.69-75.

3. Сафронов В.М., Сметанин Р.Н., Степанова В.В. Интродукция лесного бизона (*Bison bison athabasca* Rhoads, 1897) в Центральной Якутии // Российский журнал биологических инвазий. 2011. № 4. С. 50–71.

4. Петров А. А., Кривошапкин А.А. Организм и среда поведенческие особенности лесных бизонов при вольерном содержании в условиях питомника «Усть-Буотама» // Библиография. Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) 2020. - № 5(74). - С.31.

© Григорьева Н.Н, Теряков В.Д, Мигалкин М.А, 2026

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКОДЕКОРАТИВНЫХ ГАЗОНОВ

Виктория Александровна Дубровская¹, Елена Леонидовна Попова²

^{1,2}Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г.Москва, Россия

¹dubrvika@gmail.com, ²elenapopova122334@gmail.com

Аннотация. В статье проанализированы виды оборудования для внесения почвенных кондиционеров. Предложен набор критериев для обоснованного выбора техники, позволяющей минимизировать повреждение дернины и обеспечить заданные параметры распределения и заделки материала.

Ключевые слова: почвенные кондиционеры, decorative газоны, внесение удобрений, средства механизации.

Для цитирования: Дубровская В.А., Попова Е.Л. Обоснование выбора оборудования для внесения почвенных кондиционеров при формировании высокодекоративных газонов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 44-47.

Original article

UDC 631.31.635.928

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF EQUIPMENT FOR THE APPLICATION OF SOIL CONDITIONERS IN THE FORMATION OF HIGHLY DECORATIVE LAWNS

Victoria Alexandrovna Dubrovskaya¹, Elena Leonidovna Popova²

^{1,2}Russian state agrarian University named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

¹dubrvika@gmail.com, ²elenapopova122334@gmail.com

Abstract. The article analyzes the types of equipment for applying soil conditioners. A set of criteria is proposed for a reasonable choice of technique that minimizes damage to the turf and ensures the specified parameters of the distribution and sealing of the material.

Keywords: soil conditioners, decorative lawns, fertilizers, mechanization tools.

For citation: Dubrovskaya V.A., Popova E.L. Justification of the choice of equipment for the application of soil conditioners in the formation of highly decorative lawns // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 44-47.

Почвенные кондиционеры (структурообразователи) это природные или синтетические вещества, которые при внесении в почву улучшают ее агрегатный состав, водопроницаемость, влагоемкость, аэрацию и микробиологическую активность. В отличие от минеральных удобрений, которые поставляют растениям элементы питания, кондиционеры воздействуют на саму почвенную среду. Основные виды почвенных кондиционеров – природные, органоминеральные и синтетические. Природные кондиционеры (торф, сапропель, вермикулит, перлит) действуют мягко, улучшают структуру и влагоудерживающую способность; органоминеральные (компост, биогумус) сочетают структурирующие свойства с питательными элементами; синтетические (полиакриламид, гидрогель) обеспечивают быстрый и долговременный эффект. По агрегатному состоянию кондиционеры делят на твердые (гранулы, порошки) и жидкие (эмульсии, суспензии, растворы).

Эффективность применения почвенных кондиционеров при формировании высокодекоративных газонных покрытий определяется соблюдением ряда агротехнических регламентов. В результате исследования и обобщения литературных данных установлено, что равномерность распределения материала по обрабатываемой поверхности является критическим фактором: допустимый коэффициент не должен превышать 10-15% для гранулированных форм и 10% для жидких суспензий. Норма внесения варьируется в широком диапазоне: от 30–50 г/м² для синтетических гидрогелей до 2–5 кг/м² для природных цеолитов и торфяных компостов, что обусловлено различиями в механизме действия и концентрации активного вещества. Глубина заделки кондиционера в почвенный профиль должна составлять от 5 до 12 см для большинства препаратов с достижением корнеобитаемого слоя; для жидких форм допустимо поверхностное внесение с последующей инфильтрацией при условии последующего орошения. Критическим требованием является минимизация механического повреждения дернины: на партерных и спортивных газонах площадь нарушенной поверхности не должна превышать 15–20%. На основе анализа конструктивных решений и способов реализации технологической операции выделены три основные группы технических средств для внесения и заделки почвенных кондиционеров.

Первая группа – оборудование для твердых сыпучих кондиционеров (разбрасыватели-сеялки), которое по производительности подразделяется на ручные модели (емкость бункера составляет 2–10 л, ширина захвата – до 12 м) для участков до 0,1 га, ранцевые и колесные (емкость до 30 л, ширина захвата до 2,5 м) для площадей 0,1–0,5 га, а также навесные и прицепные агрегаты к коммунальным тракторам (емкость 100–500 л, ширина захвата до 12 м) с производительностью до 10 га/ч.

Вторая группа – оборудование для жидких и суспензионных кондиционеров (опрыскиватели), включая ручные и ранцевые модели (объем бака 5–20 л) для точечного применения, штанговые навесные опрыскиватели (объем бака 50–500 л, ширина захвата 3–15 м), обеспечивающее равномерность распределения за счет калиброванных форсунок, а также инъекционные

опрыскиватели, осуществляющие нагнетание жидких кондиционеров под давлением непосредственно в корнеобитаемый слой.

Третья группа – оборудование для заделки кондиционеров в почву (аэраторы, вертикуттеры, комбинированные агрегаты). Аэраторы с полыми зубьями извлекают почвенные керны – цилиндрические образцы почвы, формируя каналы для проникновения жидких кондиционеров; аэраторы со сплошными зубьями (скарификаторы) прорезают дернину без выноса почвенной массы, улучшая доступ гранулированных препаратов; вертикуттеры с вертикальными ножами обеспечивают интенсивное фрезерование поверхностного слоя на глубину до 5 см; комбинированные агрегаты совмещают операции внесения и заделки за один технологический проход.

Сопоставление агротехнических требований и технических характеристик позволило сформулировать критерии выбора оборудования, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии выбора оборудования для внесения почвенных кондиционеров

Критерий	Оценочные параметры
Равномерность распределения	Конструкция дозирующего механизма (калиброванные отверстия, шнековая подача, пульверизаторы с регулицией давления), ширина захвата, наличие систем обратной связи
Глубина заделки	Тип рабочих органов (зубья, ножи, фрезы, инжекторные иглы), диапазон регулировки, наличие почвозаделывающих приспособлений
Производительность	Рабочая скорость (км/ч), ширина захвата (м), вместимость бункера или бака (л), временные затраты на дозаправку
Травматичность для дернины	Тип контакта с почвенным покровом (прокол, вырез, поверхностное распыление), площадь зоны механического воздействия, возможность применения на чувствительных покрытиях
Адаптируемость к рельефу	Наличие подвески колесных опор или штанги, маневренность (радиус разворота), разрешенный угол наклона для работы на склонах

С учетом стадии формирования газонного покрытия и типа объекта предлагаются следующие практические рекомендации.

На этапе закладки нового газона целесообразно использование почвообразующих агрегатов (навесных фрез, культиваторов, комбинированных посевных комплексов), оснащенных бункерами для гранулированных кондиционеров, что позволяет совместить распределение и заделку материала с минимальным количеством проходов.

На сформированных партерных газонах с высокими декоративными требованиями оптимальным является применение жидких кондиционеров методом поверхностного опрыскивания с использованием штанговых опрыскивателей, оборудованных системой стабилизации давления. При необходимости заделки гранулированных форм рекомендуется последовательное использование аэраторов с полыми зубьями и вертикуттеров с глубиной обработки 3–5 см.

На обширных пейзажных газонах (площадью более 1 га) предпочтительно применение комбинированных навесных агрегатов на базе коммунальных тракторов, производительностью до 8–12 га за смену.

В зонах с ограниченным доступом (пристенные участки, зоны охраны объектов культурного наследия, крутые склоны) единственным технологически возможным решением является использование ручного и ранцевого оборудования – ручных разбрасывателей, ранцевых опрыскивателей, легких электрических аэраторов.

Список источников:

1. Голоктионов И. И. Изучение почвенных кондиционеров при выращивании газонных трав / И. И. Голоктионов. – Москва: Изд-во РГАУ-МСХА, 2022. – 112 с.
2. Голоктионов И. И. Изучение влияния почвенных кондиционеров при выращивании газонных трав / И. И. Голоктионов // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2023. – № 2. – С. 45–51.
3. Голоктионов И. И. Оценка влияния почвенных кондиционеров на плотность травостоя газонного покрытия в условиях г. Москвы / И. И. Голоктионов // Агрохимический вестник. – 2023. – № 4. – С. 32–36.
4. Кривцов Н. В. Газоноведение: учебное пособие / Н. В. Кривцов. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 256 с. – ISBN 978-5-8114-3456-7.
5. Кудрявцева Е. Н. Современные средства механизации для ухода за газонами / Е. Н. Кудрявцева. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2020. – 144 с. – ISBN 978-5-6043456-3-8.
6. Пилипенко О. В. Почвенные кондиционеры и структурообразователи: классификация и применение в ландшафтном строительстве / О. В. Пилипенко // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2021. – № 5. – С. 87–93.
7. Правила создания, охраны и содержания зеленых насаждений в городе Москве: утв. постановлением Правительства Москвы от 10.09.2002 № 743-ПП. – Москва, 2002. – 84 с.
8. Сокольская О. Б. Механизация работ в зеленом строительстве / О. Б. Сокольская, А. В. Ермакова. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2021. – 168 с. – ISBN 978-5-7011-0987-6.
9. Справочник мастера по эксплуатации газонного оборудования / под ред. А. В. Кузнецова. – Москва: Инфра-Инженерия, 2023. – 204 с. – ISBN 978-5-97290876-5.
10. Теодоронский В. С. Садово-парковое строительство и хозяйство: учебник / В. С. Теодоронский. – Москва: Академия, 2020. – 352 с. – ISBN 978-54468-1234-5.

© Дубровская В.А., Попова Е.Л., 2026

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРЫ

Эллина Владимировна Кравченко¹, Леонид Олегович Надбережный²

^{1,2}ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
г. Краснодар, Россия

^{1,2}kravchenko.ellina@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с различными источниками загрязнения ландшафтов. Отдельно рассматриваются источники загрязнения атмосферы как неотъемлемой части ландшафтов. Сформулированы выводы о необходимости и методах защиты атмосферы.

Ключевые слова: атмосфера, загрязнение, источники загрязнения, биосфера, предельно допустимая концентрация.

Для цитирования: Кравченко Э.В., Надбережный Л.О. Влияние антропогенных ландшафтов на экологическое состояние атмосферы // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 48-55.

Original article

UDC 502

INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE ATMOSPHERE

Ellina Vladimirovna Kravchenko¹, Leonid Olegovich Nadberezhny²

^{1,2}Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

^{1,2}kravchenko.ellina@mail.ru

Abstract. The article discusses issues related to various sources of landscape pollution. Sources of atmospheric pollution as an integral part of landscapes are considered separately. Conclusions are formulated on the need and methods of protecting the atmosphere.

Keywords: atmosphere, pollution, sources of pollution, biosphere, maximum permissible concentration.

For citation: Kravchenko E.V., Nadberezhny L.O. Influence of anthropogenic landscapes on the ecological state of the atmosphere // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 48-55.

Человек всегда был тесно связан с находящимся вокруг миром на всех стадиях своего становления. Впрочем, с того времени, как появилось высокоиндустриальное общество, вмешательство человека в природу, что приносило ущерб, стремительно усилилось. Объем этого вмешательства расширился, оно стало многообразнее и в данный момент грозит стать массовой угрозой для населения Земли. Затрата видов сырья, которые нереально восстановить, повышается. Из-за постройки городов и предприятий, все больше пахотных земель выбывает из экономики. Человеку приходится больше вмешиваться в хозяйство биосферы. На данный момент биосфера Земли подвергается нарастающему антропогенному воздействию. При этом можно выделить несколько наиболее значительных процессов, которые совсем не улучшают экологическую ситуацию на планете.

Сильное и интенсивное загрязнение атмосферы является острой проблемой для большинства крупных городов. Большинство агентов в определенной степени превышают допустимые концентрации. Увеличение городов влияет на возрастание дифференциации концентраций загрязнения в различных районах.

Развитие нынешней экономической базы городов сопровождается повышением концентрации, кооперирования, комбинирования, интенсификации производственного процесса промышленных компаний. Загрязненность атмосферы считается следствием моментального роста производства, характеризующегося многоотходной технологией. Масштабы загрязненности очень важны: поступление техногенной тепловой энергии в атмосферу 8 Т Вт/год. Это выделяет среднюю для земной поверхности плотность тепловыделения, равную 0,016 процентов всей поглощаемой солнечной энергии. Выброс углекислого газа – 20 миллиардов тонн в год (что приблизительно составляет 0,7 процента углекислого газа, содержащегося в атмосфере). Выброс диоксида серы – 200 миллионов тонн в год (это количество превышает естественное поступление в атмосферу серы в форме газообразных соединений). Выброс фреонов – 1 миллионов тонн в год, выброс свинца – 0,4 миллионов тонн в год, более чем на два порядка превышает поступление из естественных источников. Выбросы углекислого газа в атмосферу за последние сто лет возросли в двадцать раз.

На данный момент установлены нормативы по предельному количеству веществ в окружающей среде и в её основных компонентах – воздухе, воде, почве. Выбросы в атмосферу от промышленности, освоившая ряд более чистых технологий, в настоящее время пробуют уменьшить.

Совместно с подъемом численности населения и объёмов промышленного и сельскохозяйственного производства возрастали объёмы производственных и бытовых отходов, выбросов загрязняющих веществ в находящуюся вокруг окружающую среду. К этому же вело и появление ряда опасных технологий искусственных и синтетических материалов с заданными свойствами.

Загрязнение атмосферного воздуха считается одной из ключевых задач населения земли. Это связано с несколькими причинами, а именно с исключительной важностью атмосферного воздуха для всего живого на Земле,

высочайшей чувствительностью атмосферы к влиянию человека и огромной подвижностью воздушных масс, с которыми могут перемещаться вредные примеси. Воздух представляет собой воздушную оболочку Земли, которая состоит из смеси газов: азота – 78,1 процентов, кислорода – 21 процент, инертных газов – 0,9 процентов, углекислого газа – 0,03 процента. Присутствие атмосферы определяет общий тепловой режим нашей планеты, защищает от вредного воздействия коротковолнового излучения живые организмы. А циркуляция воздуха воздействует на погоду и климат.

Поступление в атмосферу огромного количества всевозможных антропогенных веществ, образуясь в результате деятельности человека, ведет к изменению хим. состава воздушной среды. Загрязнение воздушной среды прямо или косвенно наносит вред всему живому, в частности человеку. По масштабам антропогенного воздействия возможно отметить в этой проблеме несколько типов загрязнения: локальные, региональные и загрязнения глобального масштаба. Для населенных пунктов и промышленных районов важную проблему представляют локальные загрязнения.

Наличие предприятий, выделяющих вредные выбросы, в том числе и при высокой эффективности очистных установок оказывает существенное влияние на состояние атмосферного воздуха городов. В сельской территории загрязненность атмосферы в десять раз, а в промышленных городах в сто пятьдесят раз выше, чем над океаном. Очаги ярко выраженного загрязнения связаны с зонами промышленных районов крупных городов и городских агломераций. Основные источники загрязнения: энергетические установки, промышленные производства, транспорт, коммунально-бытовой сектор, сельское хозяйство.

Роль источников загрязнения воздуха всячески отличается в разных странах и населенных пунктах. Обычно она меняется от уровня научно-технического прогресса, стратегии взаимодействия техники и природы, уровня благоустройства населенных мест и многих других социально-экономических факторов.

Промышленные производства. Промышленные источники загрязнения анализируются по отраслям, а ещё по компонентам (составу загрязняющих веществ). В глобальном масштабе наиболее крупными загрязнителями являются теплоэнергетика, черная и цветная металлургия, химия и нефтехимия, промышленность строительных материалов.

Тепловые электростанции, теплоэлектроцентрали и отопительные котельные потребляют более 1/3 добываемого в мире горючего. Они занимают ведущее место среди других отраслей промышленности по загрязнению воздушного бассейна окислами серы, азота и пылью. В итоге техногенной работы человека возрастает сосредоточение оксида и диоксида углерода в атмосфере. В форме продуктов сжигания горючего в атмосферу Земли каждый год вносится $7 \cdot 10^{10}$ тонн CO. В большей степени загрязняют атмосферу опасными углеродными смесями пяти государств, на долю которых приходится больше пятидесяти процентов всех выбросов в мире, это: США – 23 процентов, Китай – 13,9 процентов, Российская Федерация – 7,2 процентов, Япония – 5

процентов, Германия – 3,8 процентов. Нежелательные последствия для климата Земли, в частности, повышение температуры на 1,5–2°C, может обусловить рост потребления минерального топлива.

Иные промышленные предприятия выбрасывают в воздушный бассейн собственные своеобразные примеси. Так, с черной и цветной металлургией связано образование в атмосфере большого количества пыли, угарного газа, окислов азота и серы, фенола, формальдегида и многих других вредных веществ. К образованию в атмосфере и на поверхности Земли большого количества стойких токсических кислот ведет стремительное развитие химической и нефтехимической индустрии. Машиностроение выделяет выбросы угарного газа, окислов азота, фенола, формальдегида, щелочей и других вредных веществ – спутников литейного, гальванического и красочного производств. В индустрии строительных материалов наиболее мощными выбросами вредоносной пыли отличаются предприятия по производству цемента.

Газообразные выбросы промышленных предприятий образует в атмосферном воздухе аэродисперсные системы и в итоге турбулентного движения и иных процессов длительное время удерживаются в воздухе. Дальность распространения загрязнений зависит от времени существования такого или же другого загрязнителя в воздухе и метеорологических условий, скорости и направления потоков в атмосфере, осадков и других процессов. Время пребывания в атмосфере CO₂ составляет от одного до пяти лет, сернистого – до нескольких дней, твердых частиц – от нескольких секунд до нескольких месяцев и в том числе лет, в зависимости от их объемов и высоты источника. Вследствие выброса в атмосферу огромного количества двуокиси серы и окислов азота быстро возросла кислотность осадков, что выпадают на поверхность планеты: дождей, снега, тумана. Кислотные осадки снижают урожай, уничтожают растительность, губят жизнь в пресных водоемах. Ветры, не знающие драниц, переносят кислотные осадки на значительные расстояния.

Автомобильный транспорт. Помимо промышленных предприятий ещё одним из ключевых моментов, определяющим степень загрязнения в городах, считается транспорт. Есть причины считать, что в крупных городах его доля в общем, количестве вредных веществ антропогенного происхождения, выбрасываемых в атмосферу, станет возрастать.

В выхлопных газах автомобилей содержится: до 3 процентов угарного газа; 0,06 процентов окиси азота; 0,5 процентов углеводорода; 0,06 процентов окиси серы; 0,004 процентов альдегидов и т.д. Среди углеводородов некоторые соединения канцерогенны. Окислы свинца, мышьяковистые и другие соединения, что вредны для здоровья человека, способны накапливаться в тканях живых организмов, приводя к медленному их отравлению. По данным М. Е. Бердянда, за один год 250 миллионов автомобилей мира выбросили в атмосферу около 200 миллионов тонн окиси углерода, 50 миллионов тонн углеводорода, 20 миллионов тонн азота и миллионы тонн серного газа, органических веществ, свинца и других элементов.

В реальное время в ряде государств переходят на новый вид авто. горючего с более высоким октановым числом, что содействует понижению содержания

окиси углерода в выхлопных газах, впрочем, оксиды азота и свинец остаются активными компонентами выброса. Резко повышено содержание свинца и цинка в почве и растительности вдоль транспортных трасс.

Автотранспорту, как источнику загрязнения воздушной среды, присущ ряд особых индивидуальностей.

Для начала, по причине скорого подъема численности автомашин в крупных населенных пунктах, а вместе с тем непрерывно увеличивается и валовый выброс вредных продуктов в атмосферу. Во-вторых, в отличие от промышленных источников загрязнения, привязанным к конкретным площадкам и, как правило, изолированным от жилой застройки санитарно-защитными зонами, автомобиль - движущийся источник загрязнения, плохое влияние которого распространяется на жилые районы, места отдыха и тому подобные. В-третьих, автомобильный выброс распространяется на уровне дыхания человека и его рассеяние в условиях городской застройки затруднено. Также, современные возможности понижения токсичности выхлопных газов ещё не в состоянии гарантировать желаемый уровень чистоты воздушного бассейна мегаполиса.

К числу серьезных источников загрязнения атмосферы относятся самолеты. Применяя столько же O_2 , сколько потребляет человек в течении года, один самолет при перелете на тысячу километров использует соответствующее количество окиси углерода. При перелете из Америки в Европу за 8 часов реактивный лайнер потребляет 35 тонн O_2 . Такое количество производят за то же время примерно 25 тысяч гектар леса. Самолеты же на большой высоте выбрасывают окислы азота непосредственно в нижних слоях стратосферы. Там они вступают в реакции, ведущие к разрушению озонового слоя Земли, защищающего ее от ультрафиолетового излучения Солнца. Вблизи аэропортов загрязнение воздуха особенно велико. Загрязнение воздушной среды железнодорожным транспортом происходит при использовании тепловозов, проведении погрузочно-разгрузочных работ.

Сельскохозяйственная деятельность, коммунально-бытовой сектор и радиоактивные элементы. На состояние воздушного бассейна оказывает весомое влияние и сельскохозяйственная деятельность человека. Агрохимикаты, что вносятся в почву, распространяются в окружающую среду за счет выветривания и с почвенной влагой. Загрязнителями обычно являются пестициды, используемые для защиты сельскохозяйственных культур и леса от вредителей и болезней. Воздействие животноводства повышается в связи со строительством крупных животноводческих комплексов. В результате в атмосферу поступают и распространяются на значительные расстояния аммиак, сероводород и другие газы с резким запахом.

К загрязнению воздушной среды, также оказывает воздействие многие бытовые процессы. Это прежде всего накопление, сжигание и переработка бытовых отходов. Так, в больших городах заметно проявляется загрязнение атмосферы его населением. Каждый человек ежедневно выдыхает около 10 м^3 воздуха, насыщенного парами H_2O и содержащего в нем CO_2 , а также выделяет 600 - 900 грамм пота. Поэтому в городе, где проживает население в 5 миллионов,

люди каждый день выделяют в атмосферу около 2 миллионов м³ CO₂, 600 м³ водяного пара и секрета потовых желез.

Радиоактивные элементы в 20 веке были одним из итогов загрязнения воздушной среды и не только. Взрывы при испытаниях атомных и водородных бомб, также производства, что были связаны с созданием ядерного вооружения, ядерные реакторы и атомные электростанции, их отходы, представляли собой главный источник радиоактивного загрязнения воздушного бассейна.

Воздух - это разносчик таких специфических «загрязнителей», как шум, инфразвук, вибрации, электромагнитные поля и ионизирующие излучения.

Озоновые дыры. Загрязнение воздушной среды может вызывать проблемы глобального масштаба. Образование озоновых дыр является одной из таких проблем. Основная озоновая масса в воздушной среде нашей планеты располагается в виде слоя озоносферы на высоте от 10 до 50 км от поверхности земли. На высоте 20 – 25 км концентрация озона максимальна. В ходе некоторых химических реакций молекулы газа озона непрерывно образуются и распадаются. Процессы образования и распада строго сбалансированы, поэтому содержание озона в атмосфере стабильно, но если концентрация веществ, разрушающих озоновый слой значительно увеличивается, то природный баланс озоносферы нарушается и озоновый слой нашей планеты начинает истощаться. Появляются озоновые дыры. Озоновая дыра – это пространство в атмосфере с заметно пониженным, до 50 процентов, содержанием озона. Первые причины уменьшения озонового слоя атмосферы были отмечены в начале 80-х годов XX века. Ими являются как естественные, так и антропогенные факторы: вырубка леса, компоненты сгорания продуктов топлива. Но основными разрушающими веществами были признаны фреоны, служащие распылителями в аэрозольных упаковках. Зарегистрированы две озоновые дыры, с каждым годом расширяющиеся. Над Арктикой и Антарктидой. Темпы понижения озона в этих местах составляет 4 процента в год.

Наличие озоносферы защищает нашу планету от жестких ультрафиолетовых лучей. Снижение плотности озонового «экрана» повлечет за собой увеличение числа случаев таких заболеваний как доброкачественная меланома, катарактов и рака. При этом латентный период (скрытый) возникновения заболеваний достигает 10 – 15 лет, то есть последствия станут ощутимы не сейчас, а через одно-полтора десятилетия. В результате антропогенного воздействия человека на атмосферу, происходит изменение климатических условий. По мнению ученых, повышение содержания углекислого газа и увеличение различных выбросов, ведет к антропогенному потеплению климата всей планеты. Попадая в атмосферу, молекулы углекислого газа пропускают коротковолновые лучи солнца, но не пропускают длинноволновое излучение, благодаря которому идет отток энергии от поверхности Земли в космос. Это влечет за собой повышение температуры поверхности Земли. Расчеты ученых показывают, что в результате увеличения антропогенного воздействия на атмосферу средняя температура у земной поверхности с конца XIX века повысилась на 0,5 градуса Цельсия. По прогнозам,

ожидается потепление климата к 2025 году на 2-3 градуса, а к 2050 году на 3-5 градуса Цельсия.

Кислотные дожди. Из-за загрязнения окружающей среды кислотные дожди наносят огромный урон. Термин – кислотные дожди ввел английский химик А. Смит более 100 лет назад. Но пагубные экологические последствия кислотных осадков появились в последние 20-25 лет. При сжигании какого-либо ископаемого топлива в составе выделяющихся газов всегда находятся диоксиды серы и азота. Их количество зависит от состава топлива. Высокосернистые угли и мазут дают особо богатые сернистым газом выбросы. Миллионы тонн диоксидов серы, которые выбрасываются в атмосферу, превращают выпадающие дожди в слабые растворы кислот.

В процессе эволюции живые организмы приспособились к физической и химической среде. Их существование возможно лишь в определенном интервале рН. При снижении рН гибнут планктонные организмы, насекомые и многие рыбы. Зеленые растения так же получают вред от кислотных дождей. Сокращается продуктивность почв, снижается поступление питательных веществ, изменяется состав микроорганизмов, находящихся в почве. Более того такие дожди наносят вред лесам. Леса высыхают, развивается суховершинность на крупных площадях. Повреждаются покровные ткани сельскохозяйственных культур. Обмен веществ в клетках нарушается. Ухудшается рост и развитие растений. Вследствие снижения урожаев, снижаются и доходы сельского хозяйства. Так же это наносит вред здоровью людей. Появляется дополнительное загрязнение питьевых вод, так как кислоты вытесняют из пород различные токсичные металлы: ртуть, свинец, кадмий, цинк. Кислотные дожди сказываются на содержании ртути в рыбе.

Состояние воздушных бассейнов над территорией России. Выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников, находящихся на территории России, составляют примерно 60% от всего объема выбросов бывшего СССР и были равны 24,8 миллиона тонн вредных веществ в 1995 году. Основная часть промышленных выбросов от стационарных источников приходится на европейскую территорию РФ - 65%. Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в городах России составляют около 21 миллиона тонн, в том числе: окиси углерода - около 16,8 миллиона тонн, углеводородов - 3,2 миллиона тонн, оксидов азота - 1,0 миллиона тонн. Велики выбросы от автотранспорта в следующих городах России: Москва - 801 тысяч тонн в год, Санкт-Петербург - 244 тысяч тонн в год, Краснодар - 150 тысяч тонн в год.

Заключение. На территориях населенных мест при установке новых объектов и реконструкции уже действующих устанавливаются санитарно-защитные зоны для охраны атмосферного воздуха. Санитарно-защитная зона - это территория, находящаяся вокруг предприятия, где возможно превышение ПДК для загрязняющих веществ. В этой зоне не допускается проживание людей, но в крупных городах это правило довольно часто не выполняется. Размер зоны выделяется в зависимости от класса загрязнителя, типа промышленного предприятия и его производственной мощности. Санитарно-защитная зона должна быть озеленена газоустойчивыми древесно-кустарниковыми породами.

Огромное значение для защиты атмосферного воздуха играют мероприятия по озеленению городов и пригородных зон. Озеленение помогает очистить воздух от вредных веществ, пыли, газов, снижает шум, повышает влажность воздуха. Один гектар зеленых насаждений за год очищает 10 миллионов м³ воздуха, а за час поглощает 8 кг углекислого газа. Газозащитная эффективность зеленых насаждений зависит от характера посадки, состава деревьев и кустарников, времени года.

В целом оценивая воздействие хозяйственной деятельности на состояние атмосферного воздуха, приходится так же рассматривать природные, социальные и экономические явления. Многие загрязняющие вещества, поступающие в окружающую среду, становятся причиной изменения важнейших свойств природных систем и ведут к серьезным негативным социально-экономическим последствиям, увеличению заболеваемости населения.

Растительность так же может быть использована для защиты от дыма и газов. Это объясняется тем, что насаждения имеют способность в значительной мере снижать силу ветра. Задерживая потоки воздуха, растительность задерживает газы, содержащиеся в нем. Загрязнение атмосферного воздуха – это самая серьезная экологическая проблема современных городов. Данная проблема наносит ущерб здоровью горожан, зданиям, объектам, транспортному и промышленному оборудованию, промышленной продукции, сырью, расположенным в городе и зеленым насаждениям.

Список источников:

1. С.С. Кузьмина. Урбоэкология (учебно-методическое пособие): https://studopedia.ru/11_10171_modul--sostoyanie-vozdushnogo-basseyna-goroda.html
2. Дистанционные методы проведения мониторинга земель. Будагов И.В., Кравченко Э.В., Борисова Д.И., Москвина П.П. В сборнике: Актуальные проблемы природопользования и природообустройства. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 65-68.
3. Н.В. Витульская. Прикладная экология: Учебное пособие. -Краснодар, 2001. -272с
4. Экологические проблемы урбанизации. Кравченко Э.В., Дьякова Н.А. В сборнике: Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 223-225.
5. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая Среда и человек. – М.: 1986.
6. Радзевич Н.Н., Пашканг К.В. Охрана и преобразование природы. – М.: Просвещение, 1986.
7. Мониторинг состояния городской среды для целей размещения и строительства объектов недвижимости. Кравченко Э.В., Сташ З.Н. В сборнике: Девелопмент и инновации в строительстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 774-781.

© Кравченко Э.В., Надбережный Л.О., 2026

ОСОБЕННОСТИ УКЛАДКИ ГАЗОНОВ НА ГЕОПЛАСТИКЕ

Анастасия Сергеевна Королева¹, Виктория Сергеевна Трухачева²

^{1,2}Российский государственный аграрный университет – МСХА им.

К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

¹anakorssik@mail.ru, ²dashavika15@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается применение геопластики в ландшафтном проектировании, ее озеленение с помощью газона. Сравниваются различные варианты газонов и выбирается наиболее подходящий для создания растительного покрова искусственного рельефа.

Ключевые слова: геопластика, газон, ландшафт, озеленение, почва, эстетика, рельеф.

Для цитирования: Королева А.С., Трухачева В.С. Особенности укладки газонов на геопластике // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 56-59.

Original article
UDC 712.423

FEATURES OF LAYING LAWNS ON GEOPLASTIC

Anastasia Sergeevna Koroleva¹, Victoria Sergeevna Trukhacheva²

^{1,2} Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after

K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

¹anakorssik@mail.ru, ²dashavika15@gmail.com

Annotation. This article discusses the application of geoplastic in landscape design, its greening with the help of a lawn. Various types of lawns are compared and the most suitable for creating a plant cover of artificial relief is selected.

Keywords: geoplastics, lawn, landscape, landscaping, soil, aesthetics, relief.

For citation: Koroleva A.S., Trukhacheva V.S. Features of laying lawns on geoplastic // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 56-59.

В ландшафтной архитектуре и благоустройстве территорий все чаще применяется сложная организация пространства, направленная не только на повышение эстетических характеристик, но и на решение инженерных и экологических задач. Одним из таких объемно-планировочных решений

является геопластика. Она позволяет создавать выразительные ландшафтные композиции и адаптировать участок к функциональным потребностям [6].

На геопластических объектах после конструктивных работ следует озеленение. Наиболее распространенным способом является устройство газонов. Однако укладка на участках с искусственно сформированным рельефом имеет ряд особенностей, связанных с инженерными, агротехническими и эксплуатационными требованиями. Неправильная организация работ может привести к размыву почвы, эрозии склонов, деформации покрытия и снижению долговечности газонного слоя.

Целью данной работы является анализ особенностей устройства газонов на геопластике, а также рассмотрение основных технологий и факторов, влияющих на качество и устойчивость покрытия.

Геопластика – искусственное преобразование рельефа местности посредством создания насыпей, склонов, террас, холмов и иных пространственных форм [2]. Она решает сразу несколько важных задач:

1. Формирование визуальной выразительности территории;
2. Зонирование пространства;
3. Организация отвода поверхностных вод;
4. Маскировка инженерных коммуникаций;
5. Защита территории от ветровой нагрузки;
6. Повышение экологической устойчивости ландшафта [5].

Создание искусственного рельефа требует тщательной проработки проекта. Насыпной грунт укладывают послойно с обязательным уплотнением. В случае значительных уклонов применяют армирующие элементы, например, геотекстиль, георешетки или армирующие маты. Также, чтобы избежать разрушения геопластической поверхности, в укладке используют газоны с более мощной корневой системой. Для озеленения искусственного рельефа применяют садово-парковые, спортивные или рулонные газоны, последние используют чаще из-за необходимости быстрого скрепления склонов и формирования устойчивого растительного покрова [1]. Посевной газон может недостаточно сдерживать почву, особенно в условиях г. Москвы. Устранить влияние неблагоприятных факторов среды можно, например, с помощью почвенных кондиционеров, но этот способ еще недостаточно изучен [4].

Качество будущего газона во многом зависит от подготовки основания. Подготовительные работы включают в себя геодезические обследования (анализ уклонов, перепада высот, свойств грунта и т.д.), формирование рельефа (в том числе, уплотнение грунта), устройство дренажа, укладку плодородного слоя. Технология устройства рулонного газона на сложном рельефе тоже имеет определенную последовательность, потому что при увеличении уклона возрастает риск сползания грунта, вымывания плодородного слоя, нарушения развития корневой системы, образования эрозионных процессов [1].

Первым этапом является подготовка основания, выполняется окончательная планировка поверхности, очищение от камней и мусора. Далее следует второй этап – укрепление склонов. При необходимости укладываются георешетки, армирующие материалы или биоматы. Биоматы представляют

собой многослойные покрытия из натуральных волокон с наполнителем из семян и органических соединений, помимо укрепления склонов, они также стимулируют развитие растительности. После завершения конструктивных работ начинается процесс укладки рулонного газона. В отличие от горизонтальных поверхностей, укладку начинают снизу-вверх, чтобы каждая единица материала имела опору, такой способ устройства газона предотвращает сползание под собственным весом. Направление укладки рекомендуется перпендикулярное для лучшего закрепления, так как продольное расположение может способствовать смещению покрытия. Также, для предотвращения сдвига материал фиксируют деревянными колышками, металлическими шпильками или садовыми скобами, каждый рулон закрепляют в нескольких точках [1].

Следующий этап после укладки газона – это прикатка. Как и на плоской поверхности, проводится уплотнение катком, но на склонах используется более легкое оборудование для предотвращения сползания до закрепления газона корнями. В завершение устройства газона на геопластике необходимо выполнить первые агротехнические работы, которые в будущем следует повторять для профилактики и предотвращения деформации газонного покрытия.

Агротехнические методы:

1. Полив. Рекомендуется применять капельный полив или дождевание, чтобы избежать интенсивной подачи воды, которая может вызвать эрозию.

2. Стрижка. Как и с прикаткой, следует использовать облегченное оборудование – легкие газонокосилки, триммеры, специализированную технику для склонов.

3. Аэрация. Должна проводиться очень аккуратно, либо вручную, либо щадящими методами.

4. Подкормка. Регулярное внесение комплексных удобрений, включающих в себя основные компоненты – азот, фосфор и калий [1].

Таким образом, укладка газонов на объектах геопластики представляет собой сложный инженерно-ландшафтный процесс, требующий комплексного подхода. Особенности искусственно сформированного рельефа предъявляют повышенные требования к проектированию, подготовке основания и выбору технологий укрепления, а наиболее эффективным решением для озеленения геопластических поверхностей являются рулонные газоны, укладываемые по четкому плану. Соблюдение технологических требований позволяет обеспечить долговечность покрытия, предотвратить негативные последствия для территории и создать устойчивый ландшафт с высокой декоративностью.

Список источников:

1. Premiergazon / Укладка рулонного газона по геопластике: как работать с неровностями. – 26.05.2025. - URL: <https://premiergazon.ru/tpost/vz5z6bbhl1-ukladka-rulonno-gazona-po-geoplastike> (дата обращения: 17.05.2026)

2. Геопластика и фитопластика в ландшафтной архитектуре: организация пространства / Т. Н. Шакина // Сборник научных трудов. – 2018. – Том 147. – С. 257–259.

3. GEOTEX / Укладка биоматов – рекомендации. – 02.03.2025. - URL: <https://www.geotx.ru/help/article/ukladka-biomatov/> (дата обращения: 17.05.2026)

4. Голоктионов, И. И. Оценка влияния почвенных кондиционеров на плотность травостоя газонного покрытия в условиях г. Москвы / И. И. Голоктионов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, Саратов, 15–16 мая 2024 года. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова", 2024. – С. 59-62. – EDN VQAVBI.

5. Зинченко А.В., Леонтьева И.И. Геопластика в ландшафтной архитектуре: роль в решении технических и экологических задач. - URL: <https://na-journal.ru/4-2024-stroitelstvo-arhitektura/10945-geoplastika-v-landshaftnoi-arhitecture-rol-v-reshenii-tekhnicheskih-i-ekologicheskikh-zadach> (дата обращения: 17.05.2026).

6. Теодоронский В.С., Боговая И.О. Объекты ландшафтной архитектуры: Учебное пособие для студентов спец. 260500. - М.: МГУЛ, 2003. -300 с.

© Королева А.С., Трухачева В.С., 2026

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «КОРМИЛИЦА МИКОРИЗА» НА ЛАБОРАТОРНУЮ ВСХОЖЕСТЬ РАЙГРАСА ПАСТБИЩНОГО

Олеся Алексеевна Плотникова¹, Иван Иванович Голоктионов²

^{1,2}Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

¹plotnikova.olesia@mail.ru ²goloktionov.ivan@rgau-msha.ru

Аннотация. Представлены результаты влияния биопрепарата на основе эндомикоризных грибов рода *Glomus* «Кормилица Микориза» на лабораторную всхожесть и динамику отрастания райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.). По результатам исследований было установлено достоверное положительное влияние препарата на энергию прорастания и всхожесть и подавляющее действие на динамику отрастания в лабораторных условиях.

Ключевые слова: «Кормилица Микориза», райграс пастбищный, *Glomus*, биостимулятор, лабораторная всхожесть.

Для цитирования: Плотникова О.А., Голоктионов И.И. Влияние препарата «Кормилица Микориза» на лабораторную всхожесть райграса пастбищного // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 60-63.

Original article
UDC 581.557.24:631.8

EFFECT OF THE BIOPREPARATION «KORMILITSA MYCORRHIZA» ON THE LABORATORY GERMINATION OF PERENNIAL RYEGRASS

Olesya Alekseevna Plotnikova¹, Ivan Ivanovich Goloktionov²

^{1,2}Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

¹plotnikova.olesia@mail.ru, ²goloktionov.ivan@rgau-msha.ru

Abstract. The article presents the results of the effect of the biopreparation based on endomycorrhizal fungi of the genus *Glomus* "Kormilitsa Mycorrhiza" on the laboratory germination and growth dynamics of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). According to the research results, the biopreparation had a significant positive effect on the germination energy and germination rate, and a suppressive effect on the growth dynamics in laboratory conditions.

Keywords: "Kormilitsa Mycorrhiza", perennial ryegrass, *Glomus*, biostimulant, laboratory germination.

For citation: Plotnikova O.A., Goloktionov I.I. Effect of the preparation "Kormilitsa Mycorrhiza" on the laboratory germination of perennial ryegrass // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 60-63.

Введение. Общеизвестно положительное влияние микоризных грибов на рост и развитие растений [1,2]. Они помогают активнее усваивать влагу и полезные вещества, повышают сопротивляемость неблагоприятным факторам и налаживают обменные процессы внутри растительного организма [3-6].

В контексте практического применения этих свойств в последние годы возрос интерес к биопрепарату «Кормилица Микориза», специализированное средство, содержащее споры и мицелий микоризообразующих грибов. Согласно данным производителей, применение «Кормилицы Микоризы» способствует формированию симбиотических связей с корневой системой растений, что в перспективе улучшает физиологическое состояние культуры и повышает её устойчивость к внешним стрессам [7]. Средство рекомендуют вносить при посеве газонных трав или во время их дальнейшего роста с целью активизации развития микоризной сети.

Анализ эффективности применения биопрепаратов на основе эндомикоризных грибов при выращивании различных видов декоративных и сельскохозяйственных культур показал неоднозначные результаты. Внесение биопрепарата оказало статистически значимое стимулирующее действие на рост лука, гороха и пшеницы. У пшеницы зафиксирован наиболее заметный результат был для побегов, длина которых увеличилась на 24,4% [8]. В условиях пониженного содержания влаги в почве инокулируемые микоризными грибами растения хлебных злаков показывали достоверный прирост вегетативной массы [9].

В то же время выявлена видовая и сортовая дифференциация реакции растений на действие биопрепарата, так при изучении разных видов мятликов, более специфичным к образованию микоризы оказался мятлик луковичный (*Poa bulbosa*) [10]. Аналогичная картина отмечена в работах Селиванова И., где показано различие во взаимодействии одних и тех же видов микоризных грибов при симбиозе их с разными злаками [11].

С учётом этих данных представляется актуальным изучение особенностей воздействия препарата «Кормилица Микориза» на популярном представителе газонных трав – райграсе пастбищном (*Lolium perenne* L.) в контролируемых лабораторных условиях.

Цель исследований – изучить влияние препарата «Кормилица Микориза» на основе микоризных грибов рода *Glomus* на лабораторную всхожесть райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.). Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Оценить влияние разных концентраций препарата на лабораторную всхожесть и энергию прорастания райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.)

2. Исследовать влияние биопрепарата «Кормилица Микориза» на динамику отрастания райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) в лабораторных условиях.

3. Выявить концентрацию препарата, которая оказывает наиболее значимое влияние на рост и развитие райграса пастбищного.

Объекты и методы. Объектом исследования является распространенная в озеленении газонная трава райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.). Биопрепарат «Кормилица Микориза» (ООО «Научно-внедренческое предприятие «БашИнком») производится в лабораторных условиях и содержит мицелий и споры гриба рода *Glomus*, колонизированные фрагменты корней и торф.

Исследование проводилось в 2026 г. в Российском государственном аграрном университете – Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева (г. Москва). Выращивание растений в лабораторных условиях проводили в пластиковых чашках Петри на субстратных таблетках собственного изготовления: в объемных долях смешивали торф, препарат «Кормилица Микориза» и фиксированное количество семян и формировали из полученной смеси таблетку. Заделывали по 30 штук семян райграса пастбищного в каждый образец. Варианты опыта представляли из себя посев в 100% торф, 100% субстрат «Кормилица Микориза» в смеси с соотношениями биопрепарата к торфу 1:20, 1:4, 1:5, 1:1. Измерения всхожести проводили на 5, 10 и 17 день после посева. Измеряли количество проросших семян и длину побегов. Анализ данных производили с помощью однофакторного дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение. Результаты по оценки влияния препарата «Кормилица Микориза» на лабораторную всхожесть райграса пастбищного представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика всхожести и роста райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.)

День проведения измерений	5 день		10 день		17 день
Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Высота средняя, см	Всхожесть, %	Высота средняя, см	Высота средняя, см
Торфяной субстрат	68,9 ± 4,8	3,2 ± 0,4	68,9 ± 4,8	5,1 ± 0,2	8,9 ± 0,1
Торфяной субстрат с 5% биопрепарата	48,9 ± 1,1	2,6 ± 0,4	82,2 ± 8,0	4,9 ± 0,2	9,2 ± 0,3
Торфяной субстрат с 20% биопрепарата	61,1 ± 7,8	3,0 ± 0,3	73,3 ± 1,9	4,8 ± 0,2	8,6 ± 0,1
Торфяной субстрат с 25% биопрепарата	75,6 ± 2,9	4,5 ± 0,2	87,8 ± 4,8	5,4 ± 0,2	8,7 ± 0,1
Торфяной субстрат с 50% биопрепарата	53,3 ± 2,9	3,0 ± 0,1	83,3 ± 2,9	5,0 ± 0,1	8,9 ± 0,3
Субстрат из 100% биопрепарата	60,0 ± 1,9	2,6 ± 0,1	74,4 ± 2,9	4,4 ± 0,2	8,0 ± 0,3

Результаты однофакторного дисперсионного анализа подтвердили высокую степень влияния биопрепарата «Кормилица Микориза» на все

изучаемые показатели (показатели доли влияния добавления препарата по сравнению в контрольный вариант 75,54 % - 87,69 %). Наиболее эффективным оказалось соотношение биопрепарата к торфу 1:3 (25 % биопрепарата), которое обеспечивает максимальную энергию прорастания – $75,6 \pm 2,9$ % (на 9,7 % выше контроля), наивысшую всхожесть – $87,8 \pm 4,8$ % (на 18,9 % выше контроля), наибольшую высоту побегов на ранних этапах роста: $4,5 \pm 0,2$ см на 5-й день (на 40,6 % выше контроля). Однако достоверного влияния на высоту в последующие дни измерений обнаружено не было, в то время, как высокая концентрация препарата (50% и 100%) значимо угнетали рост на 7 и 10 день исследований.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что «Кормилица Микориза» оказывает значимое влияние на рост и развитие райграса пастбищного. Биопрепарат на основе эндомикоризных грибов является эффективным средством для стимуляции прорастания и начального роста райграса пастбищного, а использование средства в объеме 25 % от общего объема субстрата позволяет значительно улучшить показатели всхожести и роста. Однако стимулирующее действие препарата «Кормилица Микориза» требует дальнейших исследований в полевых условиях.

Список источников:

1. Walder F., van der Heijden M. G. A. Regulation of resource exchange in the arbuscular mycorrhizal symbiosis // *Nature Plants*. – 2015. – Vol. 1. – P. 15159.
2. Rillig M. C., Mummey D. L. Mycorrhizas and soil structure // *New Phytologist*. – 2006. – Vol. 171, № 1. – P. 41–53.
3. Хрущева Е. П. Микориза пшеницы и её значение для роста и развития растений: автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук: 03.00.00 / Е. П. Хрущева; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – Москва, 1956. – 24 с.
4. Yang Q., Zhao Z., Bai Z., Hou H., Yuan Y., Guo A., Li Y. Effects of mycorrhizae and water conditions on perennial ryegrass growth in rare earth tailings // *RSC Advances*. – 2019. – Vol. 9, № 35. – P. 20314–20322.
5. Pelletier S., Dionne J. A., Bannon N. J., Fortin J. A. Inoculation rate of arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus intraradices* and *Glomus etunicatum* affects establishment of landscape turf with no irrigation or fertilizer inputs // *Crop Science*. – 2004. – Vol. 44, № 1. – P. 335–338.
6. Tian H., Jia Z., Liu W., Wei X., Wang H., Bao G., Li J., Zhou Q. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance drought tolerance of oat plants via promoting photosynthesis, nutrition and oxidative defense // *Journal of Plant Growth Regulation*. – 2023. – Vol. 42, № 7. – P. 4527–4540.
7. Wei L., Chen J., Zhang T., Wang L., Zhang S. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and salt/drought tolerance of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca*. – 2023. – Vol. 51, № 2. – P. 155.
8. Курамшина З. М., Свиридова К. В. Влияние биоудобрения на основе микоризных грибов на рост и микоризацию корней культурных растений // *Агрохимия*. – 2021. – № 3. – С. 22–29.
9. Юрков А. П. [и др.] Продуктивность яровой и озимой пшеницы при использовании гриба арбускулярной микоризы *Glomus intraradices* в условиях дефицита влаги // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 2012. – № 4. – С. 45–51.
10. Al-Karaki G. Application of Mycorrhizal Fungi in Landscape Turfgrass Establishment Under Arid and Semiarid Environments // *Agrofor*, 2016. – № 1. – С. 154-159.

11. Селиванов И. А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука, 1981. – 230 с.

© Плотникова О.А., Голоктионов И.И., 2026

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВА СЕЛЬСКИХ ПАРКОВ: МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ

Алина Фларитовна Саванихова¹ Азат Шамилович Тимерьянов²,
Аделия Ильдаровна Нафикова³

^{1,2,3}Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

¹savanikhovaalina@gmail.com, ²HAF628@yandex.ru, ³adelianme@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методы проектирования и благоустройства сельских парков как формирующегося типа рекреационных пространств. Выявлены ключевые отличия сельского парка от городского: связь с агроландшафтом, меньшая плотность инфраструктуры, интеграция с производственными и природными зонами, учёт сезонности и сельского уклада. Проанализированы функциональное зонирование, подбор локальных древесных пород, использование традиционных и экологичных материалов, подходы к озеленению и сохранению культурного ландшафта. Обоснована необходимость разработки отдельного методического подхода к сельским паркам.

Ключевые слова: сельский парк, проектирование парков, благоустройство сельских территорий, агроландшафт, рекреация, зелёные насаждения, сельская среда.

Для цитирования: Саванихова А.Ф., Тимерьянов А.Ш., Нафикова А.И. Особенности проектирования и благоустройства сельских парков: методы и подходы // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026.С. 65-69.

Original article
UDC 712.25:711.6

FEATURES OF DESIGN AND IMPROVEMENT OF RURAL PARKS: METHODS AND APPROACHES

Azat Shamilovich Timeryanov¹, Adelia Ildarovna Nafikova², Alina Flaritovna Savanikhova³

^{1,2}Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

¹savanikhovaalina@gmail.com, ²HAF628@yandex.ru, ³adelianme@mail.ru

Abstract. The article discusses the design and improvement methods of rural parks as an emerging type of recreational space. Key differences between rural and urban parks are identified: connection to agricultural landscapes, lower infrastructure density, integration with industrial and natural zones, consideration of seasonality and rural lifestyle. The analysis covers functional zoning, selection of local tree species,

use of traditional and sustainable materials, landscaping approaches, and cultural landscape preservation. The necessity of developing a separate methodological approach for rural parks is substantiated.

Keywords: rural park, park design, rural area improvement, agricultural landscape, recreation, green spaces, rural environment.

For citation: Savanikhova A.F., Timeryanov A.S., Nafikova A.I. Features of design and improvement of rural parks: methods and approaches // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 65-69.

Введение. В последние годы в России активно развиваются программы комплексного развития сельских территорий, однако благоустройство общественных пространств на селе остаётся менее проработанным по сравнению с городом [4]. Сельские парки – это не уменьшенная копия городских. Они решают иные задачи: сохранение локальной идентичности, связь с агропроизводством, организация досуга при низкой плотности населения и отсутствии централизованного ландшафтного обслуживания [2, 3]. Цель работы – выявить и систематизировать методы проектирования и благоустройства, адекватные именно сельским паркам.

Материалы и методы исследования. Теоретической базой послужили труды в области ландшафтной архитектуры, сельского планирования, а также нормативные документы. Использованы методы сравнительного анализа, систематизация нормативных требований, а также анализ проектов благоустройства сельских парков в Иглинском районе (Республика Башкортостан) по данным открытых источников и муниципальной документации [8,9,10,11,12].

Результаты и их обсуждение.

1. Принципиальные отличия сельского парка от городского.

Городской парк проектируется для высокой проходимости, жёстких покрытий, круглосуточного освещения и интенсивной эксплуатации. Сельский парк, напротив:

- интегрирован в агроландшафт (может граничить с пашней, сенокосами, фермами);
- имеет сезонную посещаемость (пик – весна–осень);
- требует минимизации асфальтовых покрытий (сохранение дренажа почв);
- часто совмещает рекреационную и просветительскую функции (экотропы с информацией о сельском хозяйстве).

2. Методы функционального зонирования сельского парка.

Практика показывает эффективность следующих зон (адаптированно к площади 2–15 га):

- входная / хозяйственно-административная (информационный стенд, парковка для велосипедов и легкового транспорта, место для сезонной ярмарки);
- прогулочно-тихая (аллеи, видовые точки);

- агрорекреационная (демонстрационный огород, плодовый сад, сенсорный сад – редкое для города, но органичное для села);
- детская / спортивная (упрощённые покрытия без резиновой крошки – допустима вытоптустойчивая газонная смесь);
- мемориально-культурная (сельский клуб, обелиск, деревенская беседка).

3. Подбор растений и методы озеленения.

В сельских парках не применяют дорогие экзоты и капризные формы. Методика основывается на:

- использовании местных древесных пород (берёза, липа, клён остролистный, сосна, ива, рябина);
- обязательном включении плодовых культур (яблоня, груша, вишня) – они привычны для жителей и выполняют кормовую функцию;
- создании ветрозащитных полос по периферии парка (сельский парк часто открыт полям);
- применении травосмесей на основе райграса и овсяницы, устойчивых к вытаптыванию и покосу 1–2 раза за сезон.

Исследования показывают, что в сельских парках эффективно работает упрощённая система полива (с использованием близлежащих водоёмов или бочковой дождевой воды), а от сложных автоматических систем лучше отказываться [1, 4].

4. Благоустройство: материалы и МАФ.

Ключевое правило – долговечность, простота ремонта, доступные материалы. Однако современные проекты в Иглинском районе демонстрируют использование тротуарной плитки как основного покрытия (вместо отсева или гравия), что соответствует повышенным требованиям к доступности и долговечности [3, 7, 8].

5. Учёт сезонности и обслуживания.

Важнейший метод проектирования – минимизация трудозатрат на содержание:

- создание луговых газонов (скашивание 1–2 раза в год);
- отказ от сложных цветников (клумбы из многолетников – пионы, лилейники, флоксы);
- размещение технической зоны для хранения инвентаря и малой механизации (мотокосы, тачки).

Без этого сельский парк через 2–3 года дичает.

6. Социокультурные методы.

Проектирование сельского парка должно включать этап соучаствующего проектирования (сход жителей, анкетирование). Примеры из практики показывают, что неудачные проекты возникают, когда проектировщик копирует московский сквер в деревню – с гранитной плиткой, сложными подпорными стенками и видами растений, недоступными для сельского бюджета [2, 6].

Примеры.

Парк имени Елены Иглиной в с. Иглино (Иглинский район, Республика Башкортостан) – пример масштабной реконструкции сельского парка, реализуемой в рамках национального проекта «Инфраструктура для жизни». В

ходе благоустройства запланированы: укладка тротуарной плитки (брусчатки) на главной аллее и площадке под сцену, устройство пешеходных дорожек, монтаж современного светодиодного освещения, озеленение с посевом газона, ремонт памятника Елене Иглиной. Предусмотрены площадка для проведения культурно-массовых мероприятий и спортивная зона. Парк расположен вблизи водоёма, что создаёт дополнительный рекреационный потенциал. Работы ведутся поэтапно с учётом пожеланий местных жителей [8, 9, 10, 11, 12].

Парк «Солнечный» в с. Иглино – благоустроенное общественное пространство с современным дорожным покрытием из тротуарной плитки, системой освещения, скамейками и озеленением. В 2025 году в парке открыта специализированная детская игровая площадка для детей с ограниченными возможностями здоровья: выполнено асфальтобетонное покрытие, смонтировано безопасное резиновое покрытие, установлены малые архитектурные формы. Парк демонстрирует комплексный подход к формированию доступной и комфортной среды в сельском поселении [10].

Выводы. Проектирование и благоустройство сельских парков требуют отдельной методики, отличной от городской. Основные методы включают:

1. функциональное зонирование с обязательной агрорекреационной зоной и учётом сезонности;
2. использование местных и плодовых пород, лугопастбищных травосмесей;
3. применение простых, ремонтпригодных материалов (дерево, гравий, отсев);
4. проектирование под минимальное обслуживание (луговой газон, многолетники);
5. обязательное соучастие жителей на этапе концепции.

Развитие сети сельских парков может стать эффективным инструментом повышения качества жизни на селе и снижения оттока населения.

Список источников:

1. Васильева А.А., Смирнова Е.П. Сельские общественные пространства: отечественный и зарубежный опыт // Ландшафтная архитектура. – 2024. – № 3. – С. 24–31.
2. Галкина Т.С. Проектирование парков в малых населённых пунктах // Сельское строительство. – 2023. – № 2. – С. 45–49.
3. ГОСТ Р 58878-2020. Озеленение. Правила создания и содержания объектов ландшафтной архитектуры в сельских поселениях. – М.: Стандартинформ, 2020.
4. Декоративная дендрология с основами проектирования пейзажных групп. Часть 1. Надотдел голосеменные: учебное пособие / Р.Р.Байтурина и др. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2023. – 471 с.
5. Декоративные деревья и кустарники. Часть 1 Характеристика декоративных древесных растений. /Исяньюлова Р.Р., Тимерьянов А.Ш., Прокофьева С.В./ Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2013. № 4 (47). С. 22.
6. Декоративные деревья и кустарники. Часть 2 Применение декоративных древесных видов в зеленом строительстве / Исяньюлова Р.Р., Тимерьянов А.Ш. / Электронный учебник. Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2013. № 4 (47). С. 13.

7. Администрация СП Иглинский сельсовет. Сбор предложений граждан для голосования по отбору общественных территорий, подлежащих благоустройству в 2026 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://iglino-sp.ru/novosti/2025/01/9026/> (дата обращения: 15.05.2026).
8. Благоустройство парка имени Елены Иглиной в селе Иглино // Иглинские вести. – 2025. – 5 июня. – URL: <https://iglvesti.com/articles/blagoustroystvo/2025-06-05/blagoustroystvo-parka-imeni-eleny-iglinoy-v-sele-iglino-4265538> (дата обращения: 15.05.2026).
9. В селе Иглино открыли современную площадку для детей с ОВЗ // ГТРК «Башкортостан». – 2025. – 12 августа. – URL: <https://gtrkrb.ru/ba/node/401244> (дата обращения: 15.05.2026).
10. В парке Елены Иглиной в селе Иглино продолжают работы по благоустройству // Иглинские вести. – 2025. – 11 августа. – URL: <https://iglvesti.com/news/blagoustroystvo/2025-08-11/v-parke-eleny-iglinoy-v-sele-iglino-prodolzhayutsya-raboty-po-blagoustroystvu-4345729> (дата обращения: 15.05.2026).
11. Реконструкция парка имени Елены Иглиной: Благоустройство пешеходной зоны // Иглинские вести. – 2025. – 17 сентября. – URL: <https://iglvesti.com/articles/blagoustroystvo/2025-09-17/rekonstruktsiya-parka-imeni-eleny-iglinoy-blagoustroystvo-peshehodnoy-zony-4391537> (дата обращения: 15.05.2026).
12. Флора газонов города Уфы //Ишбирдина Л.М., Блонская Л.Н., Тимерьянов А.Ш., Конашова С.И., Муфтахова С.И. / Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (52). – С. 24-30.

© Саванихова А.Ф., Тимерьянов А.Ш., Нафикова А.И., 2026

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДЫ В БАССЕЙНЕ РЕКИ КАЗАНКА

Кирилл Алексеевич Шведенко¹, Татьяна Ивановна Матвеева²

^{1,2}Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.

Тимирязева, г. Москва, Россия

¹kirill547952@mail.ru, ²tat_ka83@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены приоритетные направления совершенствования мониторинга качества воды в бассейне реки Казанка. Показано, что для малых рек с высокой антропогенной нагрузкой система наблюдений должна обеспечивать выявление пространственных особенностей формирования загрязнения, его сезонной изменчивости и связи с различными типами источников. Для бассейна реки Казанка особое значение имеют наблюдения за биогенными веществами, органическим загрязнением, поверхностным и подземным стоком, снеговым покровом, донными и паводковыми отложениями. Обоснована необходимость повышения репрезентативности наблюдений, расширения перечня контролируемых показателей и использования автоматизированного контроля в опорных пунктах.

Ключевые слова: река Казанка, качество воды, мониторинг, гидрохимический мониторинг, геоэкологический мониторинг, биогенные вещества, загрязнение водных объектов, водосбор.

Для цитирования: Шведенко К.А., Матвеева Т.И. Приоритетные направления совершенствования мониторинга качества воды в бассейне реки Казанка // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 70-76.

Original article
UDC 556.53:504.4

PRIORITY DIRECTIONS FOR IMPROVING WATER QUALITY MONITORING IN THE KAZANKA RIVER BASIN

Kirill Alekseevich Shvedenko¹, Tatyana Ivanovna Matveeva²

^{1,2}Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy,
Moscow, Russia

¹kirill547952@mail.ru, ²at_ka83@mail.ru

Abstract. The paper discusses priority directions for improving water quality monitoring in the Kazanka River basin. For small rivers under high anthropogenic pressure, the monitoring system should reveal spatial patterns of pollution formation,

seasonal variability and links with different source types. Particular importance is attached to nutrients, organic pollution, surface and groundwater runoff, snow cover, bottom sediments and floodplain deposits. The need to improve the representativeness of observations, expand the list of indicators and use automated control at key points is substantiated.

Keywords: Kazanka River, water quality, monitoring, hydrochemical monitoring, geoecological monitoring, nutrients, catchment, water pollution.

For citation: Shvedenko K.A., Matveeva T.I. Priority directions for improving water quality monitoring in the Kazanka River basin // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 70-76.

Введение. Мониторинг качества воды формирует информационную основу для оценки состояния водных объектов и выбора природоохранных решений [5, 7]. В условиях отечественного водопользования особое значение имеют задачи повышения эффективности управления водными ресурсами и реализации стратегических подходов к их охране [6]. Для малых рек это особенно важно, поскольку их гидрологический режим и гидрохимическое состояние быстро реагируют на изменение землепользования, погодных условий и характера хозяйственной деятельности на водосборе.

Река Казанка является левым притоком Волги и протекает по территории Арского и Высокогорского муниципальных районов Республики Татарстан. Длина реки составляет 126 км, площадь бассейна – около 2002 км² [1–4]. В пределах водосбора сочетаются сельскохозяйственные угодья, населенные пункты, участки мелиоративной инфраструктуры и притоки с различной степенью антропогенной трансформации. Для таких условий характерно формирование сложного по составу загрязнения, в котором заметную роль играют биогенные вещества, органическое загрязнение и продукты смыва с водосборной площади [5, 7, 8].

Цель работы – определить приоритетные направления совершенствования мониторинга качества воды в бассейне реки Казанка с учетом пространственной структуры водосбора, состава загрязняющих веществ и сезонных особенностей их поступления в речную сеть.

Материалы и методы. В работе использованы сведения о природных и хозяйственных особенностях бассейна реки Казанка, опубликованные в территориальных схемах и справочных изданиях [1–4], а также научные публикации, посвященные качеству воды, биогенной нагрузке и диффузному загрязнению водных объектов [5–9]. При подготовке статьи учитывались данные по размещению пунктов наблюдений, по составу определяемых показателей и по распределению загрязняющих веществ в верхнем, среднем и нижнем течении реки.

Результаты исследования. Существующая система наблюдений за качеством воды в бассейне реки Казанка позволяет фиксировать распределение загрязняющих веществ по продольному профилю реки и прослеживать

изменение гидрохимической обстановки в течение года. Наиболее информативными для бассейна являются показатели, характеризующие биогенное и органическое загрязнение, к которым относятся нитритный, нитратный и аммонийный азот, фосфаты, а также БПК₅ и ХПК. Для повышения аналитической ценности мониторинга необходимо дополнять их определением общих и валовых форм азота и фосфора, поскольку именно эти показатели позволяют точнее оценивать суммарную нагрузку с водосборной площади и сопоставлять ее с условиями землепользования [7–9].

Для бассейна малой реки существенное значение имеет не только наличие наблюдений в основном русле, но и их пространственная привязка к участкам формирования диффузного стока. Если наблюдательная сеть охватывает только отдельные русловые створы, она дает общее представление о продольном изменении загрязненности, но не позволяет уверенно разделять вклад разных источников. Поэтому при оценке репрезентативности мониторинга необходимо учитывать положение створов относительно верхней части бассейна, крупных притоков, участков разгрузки подземных вод и зон наиболее интенсивного сельскохозяйственного использования.

Систематический мониторинг качества речных вод в бассейне реки Казанка осуществляется Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан с 2014 года по пяти створам, размещение которых показано на карте (рис.1).

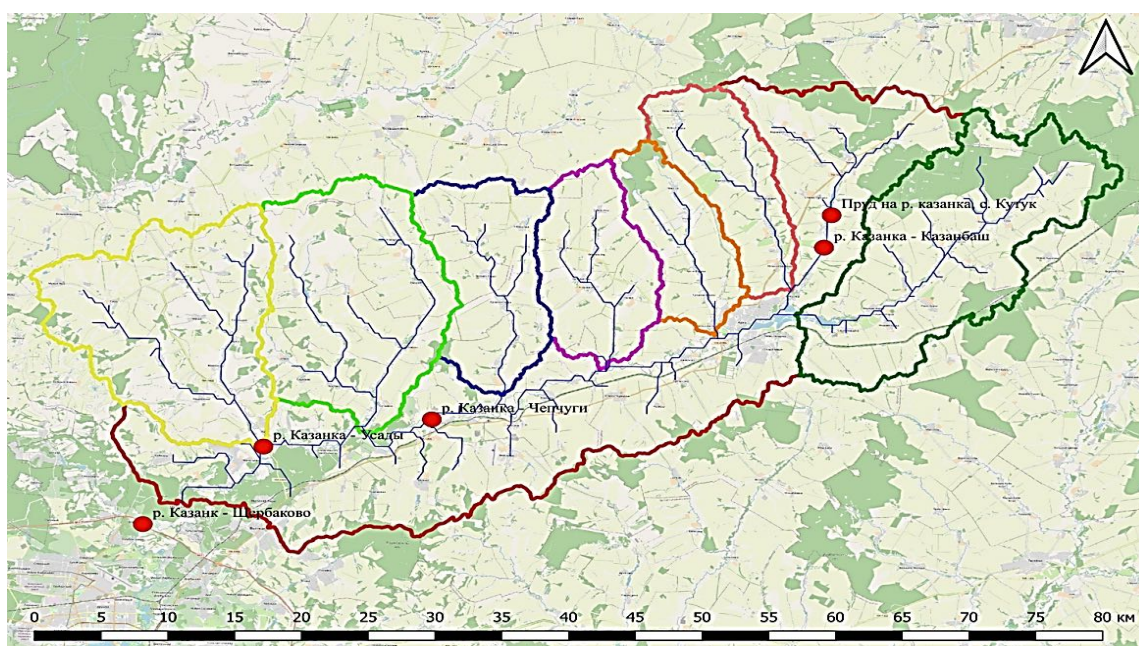


Рисунок 1 – Существующая схема размещения русловых створов наблюдений в бассейне реки Казанка

Для бассейна реки Казанка характерна выраженная сезонность гидрохимических процессов. В предпаводковый и паводковый периоды возрастает роль снеготалого и дождевого поверхностного стока, усиливается вынос биогенных веществ и взвешенных частиц, а также меняется соотношение между растворенными и связанными с твердым стоком формами загрязняющих

компонентов [10,11]. В меженный период более заметным становится влияние точечных сбросов и разгрузки подземных вод. Следовательно, одинаковая частота наблюдений в течение года не позволяет в полной мере описать динамику загрязнения.

Отдельного внимания заслуживает сопряжение гидрохимического и геоэкологического мониторинга. Для малой реки состояние воды нельзя рассматривать изолированно от процессов, развивающихся на водосборе. При наличии выраженного сельскохозяйственного освоения и эрозионной активности существенную информацию дают наблюдения за загрязненностью снежного покрова, донных отложений, паводковых наносов и пойменных почв. Включение этих компонентов в единую систему наблюдений позволяет лучше понимать не только факт загрязнения, но и механизм его формирования [12].

С методической точки зрения приоритетными представляются четыре направления совершенствования мониторинга [13]. Первое связано с оптимизацией пространственной сети наблюдений. Второе предполагает увеличение временной детализации в периоды формирования максимального стока и наиболее интенсивного выноса загрязняющих веществ. Третье направление заключается в расширении круга контролируемых природных компонентов и показателей. Четвертое связано с применением современных технических средств для оперативного контроля.

Таблица 1–Приоритетные направления совершенствования мониторинга качества воды в бассейне реки Казанки

Приоритетное направление наблюдений	Содержание	Практическое значение
Временная детализация	Увеличение частоты наблюдений в предпаводковый и паводковый периоды, учет условий снеготаяния и ливневого стока	Позволяет точнее фиксировать вынос загрязняющих веществ и твердого стока
Расширение объектов контроля	Включение подземных вод, снегового покрова, донных и паводковых отложений в наблюдательную сеть	Обеспечивает комплексное изучение формирования качества воды
Применение опорных пунктов мониторинга	Создание трех комплексных пунктов в верхней, средней и нижней частях бассейна, оснащенных автоматизированными датчиками	Позволяет оперативно получать данные и увязывать их с источниками загрязнения

Наиболее целесообразным представляется создание трех опорных пунктов комплексного гидрохимического и геоэкологического мониторинга, приуроченных к верхней, средней и нижней частям бассейна. Такое решение обеспечивает охват основных зон формирования стока и позволяет сопоставлять состояние воды на выходе из различных по структуре участков водосбора. Размещение пунктов в районах Казанбаша, Чепчугов (Куркачей) и нижней части бассейна (рис. 2) создает основу для сопоставимого наблюдения за продольной трансформацией загрязнения.

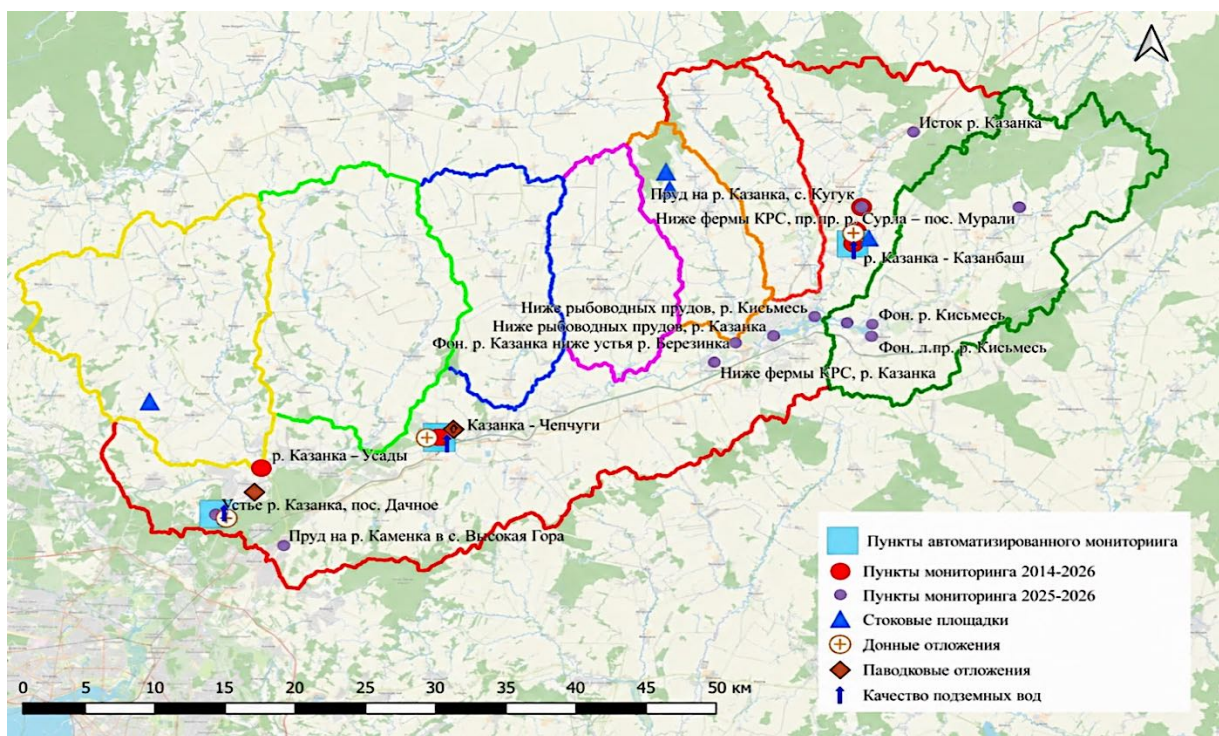


Рисунок 2 – Предлагаемое размещение пунктов комплексного мониторинга в бассейне реки Казанка

В опорных пунктах рекомендуется применять автоматизированный контроль качества воды с передачей данных в аналитический центр. Использование сенсоров и многопараметрических зондов дает возможность в постоянном режиме определять растворенный кислород, электропроводность, мутность, кислотность, содержание нефтепродуктов, нитратного и аммонийного азота, а при необходимости и другие базовые характеристики. Автоматизированная система не заменяет лабораторный анализ, но позволяет оперативно выявлять неблагоприятные изменения и своевременно назначать дополнительный отбор проб.

Существенным направлением улучшения методики мониторинга является включение наблюдений за качеством подземных вод в зонах их разгрузки в речную сеть. Для бассейна Казанки это особенно важно, поскольку в верхней и правобережной части бассейна подземные воды участвуют в формировании притока к руслу и могут выступать фактором переноса отдельных загрязняющих компонентов. Без учета этого звена общая схема формирования качества воды остается неполной.

Таким образом, совершенствование мониторинга качества воды в бассейне реки Казанка следует рассматривать как комплексную задачу, связанную с повышением пространственной и временной репрезентативности наблюдений, расширением состава контролируемых природных компонентов и внедрением современных технических решений. Именно такой подход позволяет перейти от фиксации отдельных фактов загрязнения к более обоснованной оценке состояния водного объекта и причин его изменения.

Выводы. Для бассейна реки Казанка приоритетными направлениями совершенствования мониторинга качества воды являются развитие пространственно дифференцированной сети наблюдений, увеличение частоты измерений в предпаводковый и паводковый периоды, включение в программу мониторинга подземных вод, снегового покрова, донных и паводковых отложений, а также применение автоматизированных средств контроля в опорных пунктах. Повышение методической полноты наблюдений позволит более достоверно оценивать состояние водного объекта и выявлять механизмы поступления загрязняющих веществ.

Список источников:

1. Схема территориального планирования Арского муниципального района. Часть 2. Обоснование Схемы территориального планирования. Охрана окружающей среды. Текстовые материалы. Том 3. – Казань: ГУП РТ «Татинвестгражданпроект», 2011. – 178 с.
2. Схема территориального планирования Высокогорского муниципального района Республики Татарстан (внесение изменений). Часть 2. Материалы по обоснованию проекта. Охрана окружающей среды. Текстовые материалы. Том 3. – Казань: ГУП РТ «Татинвестгражданпроект», 2016. – 241 с.
3. Водные объекты Республики Татарстан. Гидрографический справочник. 2-е изд., перераб. и доп. – Казань: Фолиант, 2018. – 512 с.
4. Мозжерин В.И., Ермолаев О.П., Мозжерин В.В. Река Казанка и ее бассейн. – Казань: Orange key, 2012. – 280 с.
5. Корчева Е.С. Оценка качества воды реки Казанка / Е.С. Корчева, С.В. Степанова, И.Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 20. – С. 186–189. – EDN XAMGSZ.
6. Раткович Л.Д. Особенности отечественного водопользования и необходимость реализации водной стратегии РФ / Л.Д. Раткович, Т.И. Матвеева // Доклады ТСХА: Сборник статей, Москва, 06–08 декабря 2018 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – Вып. 291, Ч. 3. – С. 162–166. – EDN JQUOFV.
7. Оценка изменения концентраций загрязняющих веществ по длине реки / И. В. Глазунова, С. А. Соколова, Т. И. Матвеева [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2021. – 87 с. – ISBN 978-5-6046405-8-6.
8. Кирейчева Л.В. Оценка диффузного загрязнения от сельскохозяйственных территорий в бассейне Верхней Волги и разработка мероприятий по его снижению на примере реки Яхромы / Л.В. Кирейчева, Е.А. Лентяева, А.Д. Тимошкин, В.М. Яшин // Водные ресурсы. – 2020. – Т. 47. – № 5. – С. 523–535.
9. Брюханов А.Ю. Методика определения биогенной нагрузки сельскохозяйственного производства на водные объекты / А.Ю. Брюханов, С.А. Кондратьев, Н.С. Обломкова, А.С. Оглуздин, И.А. Субботин // ИАЭП. – 2016. – Вып. 89. – С. 175–182.
10. Иванова, Т. И. Учет внутримесячной неравномерности стока рек при определении объемов возможного изъятия / Т. И. Иванова, Л. Д. Раткович // Природообустройство. – 2008. – № 3. – С. 64-66. – EDN JXWYLF.
11. Вопросы управление качеством дренажного стока / А. М. Бакштанин, И. В. Глазунова, В. Н. Маркин [и др.]. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – 208 с. – ISBN 978-5-907679-00-9. – DOI 10.47581/2022/ML-70/VUKDS-Glazunova.01. – EDN WZXPGV.
12. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621519 Российская Федерация. Водохозяйственные мероприятия по снижению загрязняющей нагрузки дренажного стока: № 2022621400: заявл. 17.06.2022: опубли. 27.06.2022 / А. М.

Бакштанин, И. В. Глазунова, В. Н. Маркин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN CCQDRW.

13. Факторы, влияющие на эффективность водохозяйственных мероприятий на водосборе рек / И. В. Глазунова, С. А. Соколова, В. Н. Маркин, Т. И. Матвеева // Безопасность человека и устойчивое развитие общества перед вызовами глобальных трансформаций: Материалы международной междисциплинарной научной конференции, Йошкар-Ола, 08 декабря 2022 года. Том Часть 2. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2023. – С. 155-160. – EDN PJUFTV.

© Шведенко К.А., Матвеева Т.И., 2026

РАЗДЕЛ IV

Экологическая безопасность агроландшафтов и предприятий

Научная статья

УДК 632.935.44. 632.782

ПРИМЕНЕНИЕ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ В БОРЬБЕ С КОНОПЛЯНОЙ ЛИСТОВЕРТКОЙ

Владислав Львович Димитриев¹

¹ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет»,
г. Чебоксары, Россия

¹dimitrieff.vladislav@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос влияния гамма-облучения на развитие гусениц конопляной листовертки. При спаривании облучение гусениц дозой от 2 до 6000 рентген происходит превращение их в куколки, а затем – куколок в бабочек. При спаривании облученных бабочек была получена яйцекладка, а из яиц развелись гусеницы. У облученных бабочек наблюдается тенденция к понижению плодовитости, а у облученных дозой от 10 до 50000 рентген повышенный отпад их как в зимний, так и в весенний период развития. Превращение гусениц в куколки не происходит.

Ключевые слова: конопля, конопляная листовертка, гусеницы, гамма-облучение.

Для цитирования: Димитриев В.Л. Применение гамма-облучения в борьбе с конопляной листоверткой // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 77-83.

Original article

UDC 632.935.44. 632.782

USING GAMMA IRRADIATION TO CONTROL THE HEMP LEAF ROLLER

Vladislav Lvovich Dimitriev¹

¹Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

¹dimitrieff.vladislav@yandex.ru

Abstract. This article examines the effects of gamma irradiation on the development of hemp leafroller caterpillars. Exposure to doses of 2 to 6,000 roentgens during mating causes caterpillars to transform into pupae, which then transform into moths. Mating of irradiated moths resulted in egg production, and the eggs hatched

into caterpillars. Irradiated moths tend to have decreased fertility, while those irradiated with doses of 10 to 50,000 roentgens showed increased mortality in both the winter and spring developmental periods. Caterpillars do not transform into pupae.

Keywords: hemp, hemp leaf roller, caterpillars, gamma irradiation.

For citation: Dimitriev V.L. Using gamma irradiation to control the hemp leaf roller // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 77-83.

В настоящее время перед земледельцами ставится задача увеличения площадей под коноплю и увеличение ее урожайности [1,2,3,4,5,6,7,8].

Для повышения урожайности коноплепродукции необходимо соблюдение технологии возделывания, в том числе и борьба с вредителями и болезнями [9,10,11,12,13,14,15]. Из вредителей и болезней, повреждающих семена на растении конопли, наиболее опасным является конопляная листовертка.

Стерилизация и облучение насекомых позволяет вести целенаправленную борьбу против вредителей и не оказывает отрицательного влияния на полезную фауну и флору местности, что является положительным моментом в реализации экологической безопасности, наблюдаемой при использовании пестицидов.

Из биологии конопляной листовертки известно, что она зимует не только в почве, но и в семенах конопли. В семенном материале гусеницы находятся в коконах, сплетенных из паутины и растительных остатков, и в коконах, скрепленных паутиной с несколькими семенами, а также внутри оболочки выеденного семени конопли.

Согласно ГОСТу и требований карантинной службы семена конопли с гусеницами конопляной листовертки не разрешается ввозить в коноплесееющие регионы, где нет этого вредителя. Полностью очистить такие семена от конопляной листовертки зерноочистительными машинами практически невозможно. Обезвредить семена от гусениц можно путем фумигации. Однако для этого требуются фумигационные камеры.

Использование в производстве различных установок для облучения – один из перспективных приемов борьбы с вредными насекомыми. В связи с вышеизложенным, нами была поставлена задача, изучить влияние рентгеновского облучения на развитие гусениц конопляной листовертки.

Гусеницы конопляной листовертки облучались в два срока: осенью, когда они не вошли в диапаузу, и в период зимней диапаузы, как в свободном состоянии, так и в коконах. В каждом варианте было 100 гусениц, толщина образца семян – один слой. Облучение проводилось аппаратом РОС-1 при температуре воздуха от 18 до 20⁰С. Перед облучением отбирались две пробы по 50 коконов для установления наличия в них гусениц. Коконны вскрывались после 12 часового обогрева в теплом помещении. В период осеннего облучения все опытные гусеницы были подвижные, они не успели свить коконы и вступить в диапаузу. В зимний период гусеницы находились в свободном оцепенении.

Облучение зимой проводили в январе, а осенью – в октябре. За их развитием следили до середины июля следующего года.

Исследования показали, что к середине января в коконах находилось 69% живых и 28% мертвых гусениц. Действие облучения на выживаемость гусениц проверяли в период их зимнего хранения, а затем – при окукливании и вылете бабочек (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние гамма облучения на выживаемость гусениц конопляной листовертки

Дозы облучения, тыс. рентген	Зимнее облучение					Осеннее облучение	
	экспозиция, сек	погибло гусениц, %		образовалось, %		экспозиция, сек	погибло гусениц через 1,5 месяца
		через 1,5 месяца	через 4 месяца	куколок	бабочек		
Контроль	-	30	44	35,7	100	-	34,0
2	33	25	40	45,4	133	26	48,8
3	49	50	40	34,0	75	40	43,2
4	55	50	50	37,5	133	53	43,0
5	82	25	42	43,0	92	69	37,6
6	98	40	85	29,2	75	79	46,6
10	164	40	63	23,0	50	139	42,9
20	328	55	67	5,4	0	279	46,7
30	492	20	65	4,1	17	420	48,4
40	651	45	55	6,0	25	558	43,1
50	819	40	55	-	-	706	50,6

Из данных таблицы видно, что сразу после облучения и через две недели после него гибели гусениц не наблюдается. В период зимнего покоя выживаемость гусениц в контроле была почти такой же, как и при облучении, дозами в 2,3,4,5 и 6 тыс. рентген. Однако при облучении высокими дозами (10, 20, 30, 40 и 50 тыс. рентген) гибель их в зимний период увеличилась на 10-15%. Изменения в развитии гусениц начали проявляться с наступлением весеннего потепления и в период превращения их в куколку; увеличилась смертность, удлинился период окукливания, отмечались случаи, когда куколки совсем не образовались.

Помимо наблюдений за выживаемостью гусениц, проводили наблюдения также за сроками появления куколок, за динамикой вылета и плодовитостью

бабочек. Эти опыты выполнялись в энтомологических садках и в лабораторных условиях. Результаты наблюдений показаны в таблице 2.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в зависимости от дозы облучения менялись сроки превращения гусениц в куколок. Из гусениц, облученных дозами в 2,3,4 и 5 тыс. рентген, количество куколок было на 1,8-9,7% больше, чем не из облученных. с увеличением дозы облучения 20-40 тыс. рентген количество куколок уменьшилось на 29,7-31,6%.

Таким образом, при малых дозах облучения процессы превращения гусениц в куколок стимулируются, при высоких дозах – процесс удлиняется и больше гусениц погибает. В первом случае процесс длится от 5 до 11 дней, а во втором – 17 дней.

В наших опытах установлены также различия куколок по полу. Так, за 5-8 дней развития куколок, отродилось самок 18,1%, самцов 30%, за 9-11 дней – соответственно 70,4% и 59,2%, за 12-17 дней самок было 11,5%, а самцов 10,8%. Все это говорит о том, что в посттрадиционный период процессы метаморфоза у гусениц были нарушены. Для выяснения возможности получения потомств от бабочек провели опыты в лабораторных условиях. В различных комбинациях в садки помещали бабочек одно-и двухдневного возраста, где находился букет из растений конопли, марлевый тампон, смоченный чистой водой и пара бабочек. Ежедневно растения в букетах обновляли и учитывали отложенные на них яйца. После сбора яиц следили за их развитием и отрождением из них гусениц. Из подопытных 96 бабочек яйцекладку получили от 13 пар.

Результаты наблюдений за продолжительностью жизни бабочек, количестве отложенных ими яиц и отродившихся гусениц показаны в таблице 2. Эти данные свидетельствуют о том, что в контроле на бабочку приходилось 78-85 яиц, тогда как от опытных бабочек получено значительно меньше яиц и наблюдалась тенденция к увеличению количества стерильных яиц.

При облучении гусениц, не вступивших в диапаузу, установлено, что сразу после облучения они не погибали. Однако через два месяца гибель их достигла 2-16%. Ввиду похолодания гусеницы не закончили питания и не накопили достаточного количества жировых запасов, в зимний период наблюдалась повышенная их гибель.

Из гусениц, получивших дозы облучения в 10-50 тыс. рентген, куколки не образовывались.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В результате гамма-облучения гусениц конопляной листовертки в начале диапаузы и диапаузирующих дозами от 2 до 50 тыс. рентген гибели их не наблюдается.

2. Дозы облучения от 2 до 6 тыс. рентген несколько стимулирует, а от 10 до 50 тыс. рентген – тормозят развитие конопляной листовертки.

3. При дозах облучения 2-6 тыс. рентген из гусениц образуются куколки, бабочки и происходит яйцекладка, а при дозах 10-50 тыс. рентген – превращение гусениц в куколки не наблюдается.

Таблица 2 – Выживаемость и кладка яиц бабочками конопляной листовой вертки

Доза облучения, тыс. рентген		Продолжительность жизни, дни		Отложено яиц,	Продолжительность	Отродилось	Отродилось, %	Влажность	Колебания температуры
самки	самцы	самки	самцы						
Контроль	Контроль	7	6	78	5	18	23,0	89	22,0-23,0
Контроль	Контроль	5	5	85	6	76	89,4	85	19,5-21,5
2	Контроль	6	3	20	7	19	95,0	85	19,5-20,5
2	2	10	4	11	0	0	0	95	21,5-22,0
Контроль	3	5	5	63	5	54	85,7	93	19,5-21,5
3	3	6	10	3	0	0	0	88	21,5-23,0
3	2	3	3	14	6	12	85,7	86	20,5-21,5
3	4	5	6	12	0	0	0	89	22,0-23,0
4	Контроль	3	2	24	6	13	54,1	84	22,5-23,0
4	Контроль	3	3	4	7	1	25,0	86	20,5-21,5
5	Контроль	15	4	9	0	0	0	90	21,0-23,0
5	5	15	4	21	5	1	4,76	88	22,5-23,0

Список источников:

1. Дмитриев, В. Л. К вопросу об организации севооборота, посева семян и ухода за растениями конопли и других / В. Л. Дмитриев, Л. Г. Шашкаров // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 20–21 октября 2015 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 90-96.

2. Гурьев, А.А., Создание модели сорта безгашишной конопли с помощью генетических алгоритмов / Гурьев А.А., Дмитриев В.Л. // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - №2. - С. 748. URL: [www/csiense-education.ru](http://www.csiense-education.ru) 122 – 20999.

3. Димитриев, В. Л., Урожайность конопли в зависимости от агротехнических приёмов возделывания / Димитриев В. Л., Шашкаров Л. Г., Дементьев Д. А., Гурьев А. А. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016 - №4(42). – С. 29-34.
4. Димитриев, В.Л. О способах репродукции семян однодомных безгашишных сортов конопли среднерусского типа / Димитриев В.Л., Шашкаров Л.Г., Гурьев А.А. // Вестник Чувашской государственной академии. – 2017. – № 2 (2). – С. 17-20.
5. Димитриев, В.Л. Урожайные качества семян однодомной безгашишной конопли сорта Диана в зависимости от норм высева / Димитриев В.Л., Шашкаров Л.Г., Яковлева М.И. // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2018. – №1 (50). – С. 8-13.
6. Димитриев В.Л. К вопросу об организации севооборота, посева семян и ухода за растениями конопли и других культур / В.Л. Димитриев, Л.Г. Шашкаров // Материалы международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК». – Чебоксары, 2015. – С. 90-96. ISBN: 978-5-906305-15-2.
7. Димитриев В.Л. Резервы и перспективы развития коноплеводства в Чувашской Республике / В.Л. Димитриев, Г.С. Степанов // Мат. всерос. науч.-практ. конф. «Региональные особенности аграрных отношений в России: история и современность». – Чебоксары, 2010. – с. 75-77.
8. Димитриев, В.Л. Конопля культура 21 века / В.Л. Димитриев, А.В. Шилов // Научное обеспечение национального проекта «Развитие АПК»: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. – Волгоград, 2008. – С.156-159.
9. Димитриев В. Л. Перспективные направления развития селекции безгашишных сортов среднерусской конопли / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, А. Г. Ложкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №1 (53). С. 81-85.
10. Димитриев, В. Л. Сравнительная оценка некоторых морфолого-анатомических особенностей стеблей гибридов двудомных сортов конопли с однодомными / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, М. И. Яковлева // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 4(36). – С. 38-45. – DOI 10.47737/2307-2873_2021_36_38.
11. Димитриев, В. Л. Явление трансгрессионной изменчивости в популяциях различных типов межсортовых гибридов конопли / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, А. Г. Ложкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – №1 (57). – С. 93-98.
12. Димитриев, В. Л. Урожайность и качество тресты однодомной конопли сорта Диана в зависимости от норм высева семян / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, М. И. Яковлева // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2018. – Т. 4. – № 2(14). – С. 31-36.
13. Димитриев, В. Л. Влияние основных способов регулирования водного режима поля озимой ржи на радиационный режим и процесс снеготаяния / В. Л. Димитриев, А. Н. Трифонова, В. А. Егоров // Рациональное природопользование и социально-экономическое развитие сельских территорий как основа эффективного функционирования АПК региона: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию со дня рождения заслуженного работника сельского хозяйства Российской Федерации, почетного гражданина Чувашской Республики Айдака Аркадия Павловича, Чебоксары, 02 июня 2017 года / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 90-94.
14. Dimitriev, V. Influence of the seeding rate on the formation of anatomical features of the monoecious hemp stems of Diana breed / V. Dimitriev, L. Shashkarov, G. Mefodyev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering

Associations. Vol. 315. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 42050. – DOI 10.1088/1755-1315/315/4/042050.

15. Dimitriev, V. Features of the heterosis manifestation in monoecious hybrids of cannabis-free hemp and their resistance to adverse environmental conditions / V. L. Dimitriev, L. G. Shashkarov, L. V. Yeliseeva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 022013. – DOI 10.1088/1755-1315/981/2/022013.

© Димитриев В.Л., 2026

РЯД АСПЕКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ

Сергей Алексеевич Мацинов¹, Владислав Александрович Калиниченко²

^{1,2}Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

¹kvlad@bntu.by

Аннотация. Срок службы изделий как правило намного выше, чем расходных материалов, находящихся в них. При этом ряд материалов легко утилизируемы, некоторые требуют более сложного подхода. Металлические композиционные материалы, используемые в качестве подшипников скольжения на алюминиевой основе легко утилизируемы, на медной же основе утилизация проблематична. В работе представлен ряд подходов к утилизации медных композиционных материалов, показан выход годного продукта и рекомендации по утилизации такого вида материалов.

Ключевые слова: утилизация, переработка, композиционные материалы, медные сплавы, чугуны, антифрикционные материалы.

Для цитирования: Мацинов С.А., Калиниченко В.А. Ряд аспектов переработки антифрикционных материалов на основе металлических композиций // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026.С. 84-88.

Original article
UDC 669.79

SOME ASPECTS OF RECYCLING ANTIFRICTION MATERIALS BASED ON METAL COMPOSITES

Sergey Alekseevich Matsinov¹, Uladislau Aleksandrovich Kalinichenko²

^{1,2}Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

¹kvlad@bntu.by

Abstract. The service life of products is generally much longer than that of the consumables they contain. While some materials are easily recycled, others require a more complex approach. Aluminum-based metal composites used as plain bearings are easily recycled, while copper-based ones are problematic. This paper presents several approaches to recycling copper composite materials, demonstrating the yield of usable products and recommendations for recycling these types of materials.

Keywords: recycling, processing, composite materials, copper alloys, cast irons, antifriction materials.

For citation: Matsinov S.A., Kalinichenko U.A. Some aspects of recycling antifriction materials based on metal composites // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 84-88.

Металлические композиционные материалы (МКМ), сочетающие высокую прочность и жёсткость с относительно малой массой, находят всё более широкое применение в авиационной, автомобильной, космической и оборонной отраслях. Однако рост объёмов их производства и эксплуатации неизбежно приводит к увеличению количества отходов, требующих грамотной утилизации и переработки. В отличие от традиционных металлов, рециклинг МКМ осложняется их гетерогенной структурой: наличие армирующих компонентов (частиц карбида кремния, волокон оксида алюминия, углеродных волокон и т. д.) в металлической матрице (алюминиевой, магниевой, титановой) требует применения специализированных методов и оборудования [1-3].

Прямая переплавка является одним из распространённых методов с использованием флюсов и защитной атмосферы. Данный метод разделен на следующие этапы: загрузка дроблёного лома в индукционные или тигельные печи, расплавление при контролируемых условиях, обработка расплава флюсами для удаления оксидов и частиц армирования, продувка инертным газом для дегазации, корректировка состава и последующая разливка. Такой метод наиболее эффективен для МКМ с относительно низким содержанием армирующих элементов и позволяет получить металл, пригодный для дальнейшего использования в литейном производстве [4].

Более совершенной технологией считается применение роторных соляных печей, особенно при переработке литейных отходов и МКМ с высоким уровнем армирования. В этом случае лом загружается в вращающуюся печь с солевой ванной (обычно на основе смесей NaCl/KCl), где соль растворяет оксиды и отделяет армирующие частицы от матрицы. Далее очищенный расплав сливается для дальнейшей обработки, а соль регенерируется для повторного использования. Этот метод обеспечивает высокую степень очистки и позволяет перерабатывать смешанные отходы, что делает его перспективным для промышленного применения [5].

Для случаев, когда необходимо сохранить армирующие компоненты (например, дорогостоящие волокна SiC), применяют методы селективного растворения матрицы. Металлическая основа композита растворяется в кислотах или щелочах, после чего армирующие частицы отделяются фильтрацией или центрифугированием, очищаются и могут быть повторно использованы. Полученный раствор металла затем подвергается электрохимическому извлечению или осаждению. Несмотря на высокую стоимость и образование токсичных отходов, данный подход оправдан при переработке ценных композитов [6].

Ещё одним перспективным направлением является механическое измельчение с последующим компактированием. МКМ дробят до

порошкообразного состояния в шаровых мельницах, сортируют по фракциям, прессуют в заготовки и спекают в инертной атмосфере. Технология порошковой металлургии позволяет создавать новые композиционные материалы из переработанного сырья, в том числе с изменённым соотношением компонентов и улучшенными свойствами [7].

Также существуют и другие методы переработки МКМ, к таким методам можно отнести:

1. Гидрометаллургическая переработка;
2. Пирометаллургические процессы с восстановительной атмосферой;
3. Электромагнитное разделение компонентов;
4. Криогенное измельчение;
5. Плазменная переработка;
6. Ультразвуковая обработка расплава.

Для изучения вопроса о рециклинге МКМ системы медь – чугун. Были выбраны три направления возможной переработки. Первый на основе изотермической выдержки при температуре плавления бронзы. Второй, индукционный переплав композиционного материала в целом. Третий возможность ремонта изношенной поверхности с помощью наплавки аналогичного материала на изношенный.

На первом этапе были отобраны два образца из биметаллического микро армированного карбидом кремния композиционного материала (рис. 1) и макро армированный композиционный материал системы медный сплав – дробь чугунная литая (рис. 2).



а



б

а - биметаллический микро армированный МКМ;

б - макро армированный МКМ

Рис. 1. – Образцы МКМ для изотермической выдержки

Образцы были взвешены при этом масса первого составила 69,0 грамм, второго 64,7 грамм. Далее образцы были помещены в печь сопротивления, разогретую до 1200°C, и выдержаны в течении 1 часа. По истечении данного времени было проведено повторное взвешивание, показавшее в первом случае выход меди равный 24,8 грамм, черного металла 40,3 грамма. Во втором случае

выход меди равный 19,4 грамма, медно - чугуновой губки 44,7 грамм. Это показывает выход меди из МКМ в первом случае 35% и 29% во втором соответственно, что позволяет делать вывод о пригодности данного процесса исключительно для переработки биметаллов.

После переплавки в индукционной печи был получен образец в форме конуса (рис. 2а). После разрезки конуса была выявлена структура, представленная на рисунке 2 б. Как видно из рисунка получился ярко выраженный биметалл с четкой границей раздела медь – чугун. Структура отражающая центральное расположение меди с чугуновой оболочкой объясняется заливкой расплава в металлическую форму и как результат первичной кристаллизацией наиболее тугоплавкого элемента т.е. чугуна. Данный эксперимент показывает, что использование формы в низкой теплопроводностью или применение направленного затвердевания позволят получить четко выраженный биметалл с линией раздела в горизонтальной плоскости, что позволит использовать механическое разделение двух металлов для их дальнейшего использования.



а

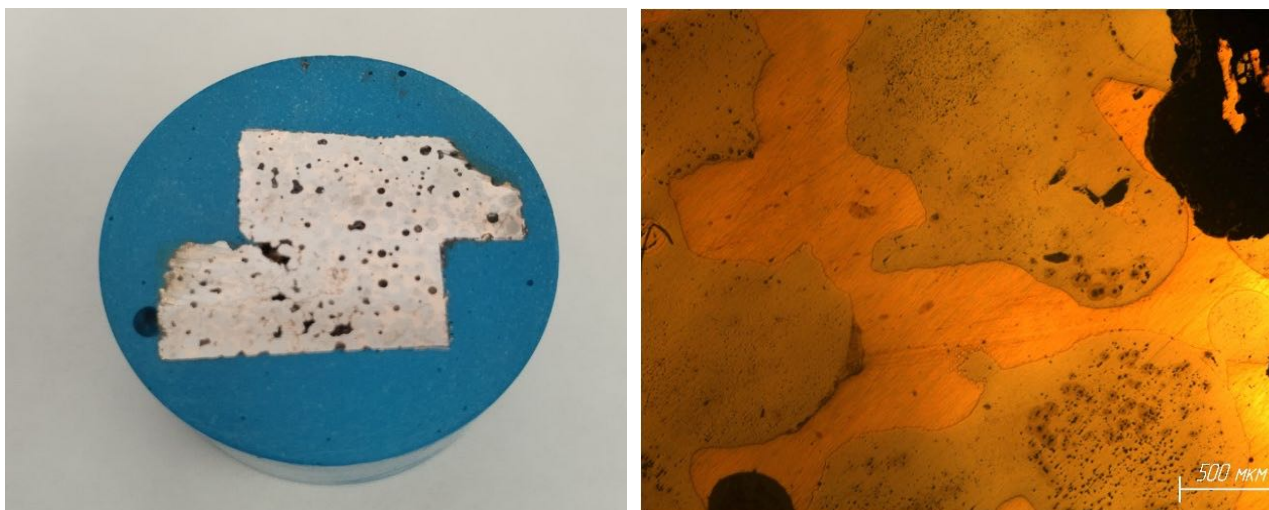


б

а – полученный образец; б – образец в разрезе.

Рис. 2. – Образцы МКМ для индукционного переплава

Далее была проведена оценка ремонтпригодности композиционного материала. Для этого на слой МКМ, находящегося в керамической форме, был нанесен слой флюса, поверх которого был уложен еще кусочек МКМ. Форма была помещена в нагревательную печь при температуре 1100°C с последующей выдержкой в течении 10 минут. После охлаждения образца от был залит в технологический пластик и отполирован.



а б
а – внешний вид; б – при увеличении x50.

Рисунок 3. – Образцы для оценки ремонтпригодности изношенной поверхности МКМ.

Внешний вид образца представлен на рисунке 3а, а его фотография, полученная с помощью оптического микроскопа Планар MICROvert представлена на рисунке 3б. Как видно образцы спаялись в единое целое без видимой линии раздела, что показывает возможность восстановления изношенных поверхностей данным способом.

Вывод. Проведенные исследования показали возможность использования технологии индукционной переплавки для получения чистых материалов из композиционного. Кроме этого, предложена возможность ремонта или восстановления, изношенных МКМ с помощью процесса наплавки.

Список источников:

1. Chawla, K. K. Composite Materials: Science and Engineering. – 3rd ed. – Springer, 2012. – 512 p.
2. Mortensen, A. Concise Encyclopedia of Composite Materials. – Elsevier, 1998. – 400 p.
3. Калиниченко В.А., Андрушевич А.А. Литые композиционные материалы: состояние и перспективы получения. Литейщик России №2. 2023. с. 27-36.
4. Davis, J. R. Aluminum and Aluminum Alloys. – ASM International, 1993. – 458 p.
5. Rohatgi, P. K. Metal Matrix Composites: Processing and Interfacing. – CRC Press, 1997. – 320 p.
6. Friedrich, K., Lu, Z., Haufe, A. Progress in recycling of carbon fibre reinforced plastics // Advanced Engineering Materials. – 2008. – Vol. 10, No. 1–2. – P. 9–18.
7. German, R. M. Powder Metallurgy Science. – 2nd ed. – Metal Powder Industries Federation, 1989. – 448 p.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Василий Михайлович Раубо¹, Татьяна Валерьевна Севастюк²,
Олеся Вячеславовна Савельева³

^{1,2}Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь

³Волковысский государственный аграрный колледж, г. Волковыск, Республика
Беларусь

¹gruskevich@gmail.com, ²tatsiana18@mail.ru, ³olesiatix@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены вопросы применения инновационных технологий для перехода к рациональным моделям производства и обеспечения экологической безопасности производств. Проведение модернизации, технического переоснащения действующих и строительство новых производств в целях внедрения современных технологий основаны на экологических (зеленых) принципах. Переход предполагает снижение рисков для окружающей среды и рост темпов производства продукции. Предприятия перерабатывающей промышленности (мясомолочная, сахарная, переработка зерна, картофеля, сахарной свеклы и другие) обладают высоким инновационным потенциалом и производят продукцию с высокой добавленной стоимостью.

Ключевые слова: инновации предприятий АПК, экологические аспекты, перерабатывающие отрасли, агропромышленное производство, техническое переоснащение, отходы производства.

Для цитирования: Раубо В.М., Севастюк Т.В., Савельева О.В. Инновационные технологии и экологическая безопасность предприятий агропромышленного комплекса Республики Беларусь // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 89-95.

Original article
UDC 502.175

INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Vasily Mikhailovich Raubo¹, Tatiana Valeryevna Sevastyuk²,
Olesya Vyacheslavovna Savelyeva³

^{1,2}Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus

³Volkovysk State Agrarian College, Volkovysk, Republic of Belarus

¹gruskevich@gmail.com, ²tatsiana18@mail.ru, ³olesiatix@gmail.com

Abstract. The application of innovative technologies to transition to sustainable production models and ensure environmental safety is considered. Modernization and technical re-equipment of existing facilities, as well as the construction of new ones, to implement modern technologies are based on environmental (green) principles. This transition entails reducing environmental risks and increasing production rates. Enterprises in the processing industry (meat, dairy, sugar, grain, potato, and sugar beet processing, among others) possess high innovative potential and produce products with high added value.

Keywords: innovative enterprises of AIC, environmental aspects, processing industries, agro-industrial production, technical re-equipment, production waste.

For citation: Raubo V.M., Sevastyuk T.V., Savelyeva O.V. Innovative technologies and environmental safety of agro-industrial enterprises in the Republic of Belarus // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 89-95.

Формирование конкурентоспособного на мировом рынке и экологически безопасного производства сельскохозяйственных продуктов является стратегической целью развития сельского хозяйства Республики Беларусь на период до 2030 года

Реализация поставленных задач определены в государственных программах, утвержденных на период 2026-2030 годы [1]. Государственные программы «Инновационного развития», «АПК будущего», «Экология» направлены на модернизацию экономики, развитие цифровых и "зелёных" технологий, повышение эффективности производства и улучшение экологии. В перечень государственных программ научных исследований на 2026–2030 годы вошли госпрограммы научных исследований «Рациональное природопользование», «Инновации в АПК», утверждена Национальная стратегия развития экономики замкнутого цикла до 2035 года.

Одним из приоритетов является обеспечение экологической безопасности и переход к рациональным моделям производства и потребления (циркулярной экономике).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросы загрязняющих веществ в водные объекты, в хозяйственную или ливневую канализацию, недостаточный уровень переработки отходов, высокая ресурсоемкость технологий являются причинами глобальных экологических проблем – техногенного загрязнения окружающей среды и истощения природных ресурсов.

Для выполнения поставленных задач в Республике Беларусь определено проведение модернизации, технического переоснащения действующих и строительство новых производств в целях внедрения современных технологий и автоматизации технологических процессов в организациях, осуществляющих производство продукции в сахарной, масложировой, консервной, кондитерской, пивоваренных отраслях, картофелепродуктов.

В результате выполнения мероприятий Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на период 2021–2025 гг. [2] в Республике Беларусь, осуществлено внедрение высоко технологичных производств, основанных на экологических (зеленых) принципах, предполагающих снижение рисков для окружающей среды.

Значительным инновационным потенциалом обладают производства, которые производят и потенциально способны производить продукцию с высокой добавленной стоимостью, что является наиболее привлекательным для инвесторов. Инновационные технологии, способствующие снижению негативного воздействия производственной деятельности предприятий на окружающую среду, включают внедрение процессов и оборудования для сокращения потребления ресурсов, минимизации отходов, повышения энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии.

Техническая модернизация производств перерабатывающих отраслей, входящих в структуру Министерства сельского хозяйства Республики Беларусь, направлена на углубленную переработку сырья (молоко, мясо, зерно), увеличение добавленной стоимости, импортозамещение и расширение экспортного потенциала.

Реализация проектов имеет не только социальную направленность, но и экономическую и способствует улучшению экологической ситуации в Республике Беларуси.

Инновационные процессы использования биотехнологий глубокой переработки зерна. Одним из перспективных путей является расширение внедрения технологий по глубокой переработке зерна, в процессе которой получают широкий перечень продукции с высокой добавленной стоимостью: нативный и модифицированный крахмалы, глюкозно-фруктозные сиропы, крахмальную патоку, глюкозу, клейковину или глютен, пищевой спирт, биотопливо, биогаз, кормовые добавки и др. [3].

В Республики Беларусь глубокой переработкой зерна занимается ЗАО «Белорусская национальная биотехнологическая корпорация» (БНБК), специализирующаяся на производстве аминокислот и высокопродуктивных, сбалансированных комбикормов, премиксов и других компонентов кормов (в их составе доля зерна около 60 %). Биотехнологическое производство представляет комплекс из 12 заводов, интегрированных в одну производственную цепочку в которой зерно, пройдя 5 технических переделов превращается в аминокислоты.

Посредством микробиологического синтеза производятся четыре незаменимые аминокислоты: L-лизин сульфат, L-лизин моногидрохлорид, L-треонин и L-триптофан с использованием бактерий четвертого поколения (для производства аминокислот), которая обеспечивает высокую продуктивность». Технология производства аминокислот полностью безотходна и соответствует концепции «зеленой технологии». На предприятии внедрены системы менеджмента качества, такие как СТБ ISO 9001, ISO 9001, Халяль, СТБ 1470, FSSC 22000. Используются оборудование и технологии мировых производителей из Китая, Германии, Швейцарии, Австрии, Франции.

Высокая очистка производственных сточных вод осуществляется за счет использования полностью автоматизированных установок тонкой доочистки на очистных сооружениях, внедрения автоматического управления подачи воздуха для аэрации и эрлифтов в биореакторы, обеззараживание очищенных сточных вод перед сбросом в мелиоративный канал методом ультрафиолетовой обработки, использование ультразвука в расходомерах для биологически очищенных сточных вод. Применение системы повторного водоснабжения на предприятии позволяет достичь экономии воды на 99,5% [4]. На предприятии установлены передовые аспирационные системы и мощные рукавные фильтры для улавливания зерновой и мучной пыли.

В крахмалоперерабатывающей отрасли Республики Беларусь внедряются инновации, связанные с получением модифицированных и гидролизированных крахмалов методом "холодного гидролиза" для пищевых и промышленных целей. ОАО «Рогозницкий крахмальный завод» является крупнейшим производителем сухого картофельного крахмала – продукция которого соответствует международному сертификату FSSC 22000. Высококачественный крахмал производится на инновационном энерго- и ресурсосберегающем оборудовании шведской компании Larsson; физически модифицированные экструзионные крахмалы – на оборудовании швейцарской фирмы BULLER. Преимуществами энерго- и ресурсосберегающего оборудования шведской компании Larsson являются высокая эффективность переработки, снижение потерь электроэнергии за счет прямого привода, повышенный коэффициент извлечения продукта (более 95% для крахмала).

Одной из технологических особенностей установленного оборудования является возможность переработки не только нативного картофельного и кукурузного крахмала, но также других видов крахмалосодержащего сырья, в том числе зерновой муки. Производство осуществляется из экологически чистого сырья, без химических добавок и примесей, путем физической модификации (экструдирования). На предприятии разработана, внедрена система менеджмента безопасности пищевых продуктов на основе анализа опасностей и критических контрольных точек, соответствующая требованиям СТБ 1470-2012, получен сертификат системы менеджмента безопасности пищевой продукции СТБ ISO 22000-2020, сертификат «Халяль» [5].

Применение ресурсосберегающих технологий переработки картофеля позволит: уменьшить расход сырья; увеличить выход продукции; использовать вторичные сырьевые ресурсы (отходы основного производства) для выпуска продуктов пищевого, кормового и технического назначения. Технология переработки картофельной мезги для производства комбикормов и эффективный метод утилизации побочных продуктов (мезги, кожуры, мелких/дефектных клубней), позволяет снизить экологическую нагрузку и получить ценный углеводный корм. Использование дешевого сырья снижает себестоимость комбикормов.

Инновационное развитие молочной отрасли Республики Беларусь – ключевой фактор обеспечения продовольственной безопасности и повышения конкурентоспособности страны на международном рынке. Внедрение на

молокоперерабатывающих предприятиях современных методов баро- и электромембранной обработки молочного сырья, позволяют перерабатывать различные виды молочной сыворотки, в том числе подсырную и творожную. Успешное освоение разработанных технологий обеспечило увеличение уровня переработки молочной сыворотки (многоотходного отхода производства) до 98-99%. Экологический ущерб от сброса сыворотки на очистные сооружения является затратным, и требующим не только высоких капитальных вложений, но и значительных средств на поддержание работы очистных сооружений. На ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод» в 2026 году предусмотрено внедрение установки нанофильтрации сыворотки производительностью 20 м³/час; на ОАО «Минский молочный завод № 1» предусмотрена в 2029 – 2030 гг. реконструкция творожного участка под участок по углубленной переработке сыворотки. Разработка новых технологий и продуктов позволила расширить ассортимент выпускаемой продукции, включая направление функционального питания.

Современные технологические решения в перерабатывающей отрасли производства мясной продукции связаны с внедрением инновационных методов переработки, автоматизацией процессов и цифровизацией контроля качества и позволяют повысить эффективность отрасли, снизить потери сырья, уменьшить использование консервантов и улучшить показатели безопасности.

Инновационное направление в мясоперерабатывающей отрасли – моделирование продуктов питания с помощью аддитивных технологий (3D-принтинг, 3D-печать), при котором создается трехмерный физический объект на основе цифрового прототипа посредством сбора слоев из исходного материала с помощью специальных устройств – 3D-принтеров. Достоинство данных технологий – возможность быстрого и относительно недорогого производства сложных изделий по индивидуальным проектам.

В числе инвестиционных проектов для реализации в Республике Беларусь заявлен проект «Инновационное производство мясных крупнокусковых полуфабрикатов с улучшенными характеристиками с применением технологии шокового охлаждения» на ОАО «Слуцкий мясокомбинат». В рамках проекта предусмотрено создание производства с использованием современного высокотехнологичного оборудования, углубленная переработка сырья, использование вторичных отходов (шквара, мясо механической дообвалки кости) для производства нового продукта.

Минимизации воздействия отходов от переработки сырья на предприятиях мясоперерабатывающей отрасли способствует комплекс мер по увеличению объемов сбора и переработки сопутствующей продукции от убоя и переработки скота, в частности глубокой переработки костного остатка, коллагенсодержащего сырья, крови и других побочных продуктов. Костный остаток, получаемый при механической обвалке, содержащий значительное количество костного мозга и мышечной ткани используется на крупных птицефабриках (ОАО "Агрокомбинат "Дзержинский", ОАО "Смолевичи Бройлер", СЗАО "Серволукс") с целью получения основы для пищевых бульонов и выделения качественного пищевого жира.

Установка «Дробилка вертикальная ДК 40» ООО «Техно-Джэт Групп» позволяет измельчать оставшуюся кость в мясную массу и получать дополнительный продукт, который в дальнейшем может использоваться в качестве корма для животных, а также в производстве комбикормов, желатина, клея, мыла, косметики и других востребованных на рынке продуктов. Оборудование применяется на ОАО «Калинковичский мясокомбинат» для переработки костей животных, полученных после обвалки мяса (говяжьих и свиных туш).

Инновационные технологии переработки мясных отходов позволяют не только минимизировать вред окружающей среде, но и создать устойчивую модель бизнеса, где отходы превращаются в ценные ресурсы. Технологические способы переработки жиросодержащих отходов на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности, позволяют получать корма для сельскохозяйственных животных, жиросодержащие продукты, биогаз.

Производство кормов для животных представлено крупными комбикормовыми заводами, среди которых Жабинковский комбикормовый завод, Сморгонский комбинат хлебопродуктов. Экзон-Глюкоза РУП. ООО «Праймилк», комбинаты хлебопродуктов (Сморгонский, Витебский, Речицкий), ООО Агростиль, ООО «Алникор», ООО "Биоком", ООО "Диталан" и другие, которые выпускают широкий ассортимент продукции: от комбикормов для сельскохозяйственных животных до кормов для домашних питомцев и кормовых добавок. Непищевые отходы реализуются специализированным предприятиям для производства мясокостной муки.

С целью минимизации выбросов вредных веществ в окружающую среду на предприятиях перерабатывающих отраслей установлено оборудование для нейтрализации выбросов и запахов (в частности, озоновых, фотокаталитических модулей и рукавных фильтров).

Современные циклоны и аспирационные фильтры на элеваторных и мельничных комплексах установлены на ОАО «Борисовский комбинат хлебопродуктов»; внедрена европейская система фильтрации и вентиляции, включая очистку выбросов от коптильных установок цеха сырокопченых изделий на ОАО «Гродненский мясокомбинат»; современные комплексные системы нейтрализации производственных запахов и очистки воздушных выбросов от цехов сушки молочной сыворотки устанавливаются на ОАО «Савушкин продукт»; модернизированы участки сушки молока с заменой циклонов на высокоэффективные рукавные фильтры на ОАО «Бабушкина крынка», внедряются новые системы вентиляции и фотокаталитические конвертеры для снижения выбросов микроорганизмов и специфических запахов при модернизации цехов и холодильного оборудования ОАО «Калинковичский мясокомбинат».

Методы очистки сточных вод для обеспечения максимально возможной эффективности удаления загрязняющих веществ зависит от промышленных процессов, который определяют состав образующихся сточных вод. Институт микробиологии разработал биопрепарат «ЦБО-интенс», который ускоряет процессы биоочистки и помогает расщеплять трудноокисляемые соединения,

снижая токсичность. Применяются современные мембранные дисковые системы, которые повышают насыщение стоков кислородом, существенно ускоряя работу бактерий активного ила.

В Республике Беларусь совместно с научными организациями разрабатываются новые продукты, новые технологии их производства, которые затрагивают экологическую составляющую; проводят цифровизацию/автоматизацию производств.

Таким образом, инвестирование в экологоориентированные производства и внедрение современных технологий способствуют экологической безопасности, минимизации вредного воздействия на окружающую среду производственной деятельности предприятий, рациональному использованию ресурсов.

С точки зрения экономической деятельности, эко-инновации направлены на получение прибыли и ориентируются на отрасли и отдельные предприятия, характеризующиеся высокой инвестиционной привлекательностью. К ним относятся предприятия перерабатывающей промышленности (мясомолочная, сахарная, переработка зерна, картофеля, сахарной свеклы и т.д.), сельскохозяйственное машиностроение, торговля агропродовольственной продукцией.

За счет снижения издержек, улучшения имиджа и открытия новых рыночных возможностей, рост спроса на экологически чистую продукцию, инновационные технологии повышают конкурентоспособность предприятий.

Модернизация и техническое перевооружение действующих производств позволяют повысить мощность, улучшить экологические показатели и внедрить современные технологии; способствуют переходу к безотходному производству, глубокой переработке сырья (принцип циркулярной экономики); снижению вредных выбросов в окружающую среду, обеспечивается максимальное удаление загрязняющих веществ в водных ресурсах путем использования комбинированных методов очистки сточных вод.

Список источников:

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31 октября 2025 г. № 602 Об утверждении перечня государственных программ на 2026–2030 годы. [Электронный ресурс]: <https://pravo.by/>– Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь – Дата доступа: 10.05.2026].

2. Указ Президента Республики Беларусь № 348 от 15 сентября 2021 г. Об утверждении Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2021 – 2025 годы <http://www.gknt.gov.by> – Дата доступа: 10.05.2026.

3. Бычек, И. И. Эффективное функционирование зерновой отрасли как залог обеспечения продовольственной безопасности Республики Беларусь / И. И. Бычек, В. И. Калюк // Синергия. – 2017. – № 2. – С. 82–88).

4 БНБК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bnbc.by>. – Дата доступа: 10.05.2026.

5. БВТ ИМПЭКС [Электронный ресурс] – Режим доступа: (<https://purepak.by/>). – Дата доступа: 10.05.2026.

РОЛЬ СКВЕРОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛИТЕБНЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ Г. УФЫ

**Азат Шамилович Тимерьянов¹, Аделия Ильдаровна Нафикова², Алина
Фларитовна Саванихова³**

^{1,2,3}Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

¹HAF628@yandex.ru, ²adelianme@mail.ru, ³savanikhovaalina@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается роль городских скверов как ключевого элемента системы обеспечения экологической безопасности селитебных ландшафтов в условиях промышленно развитого города. На примере промышленных районов г. Уфы проанализированы основные источники антропогенного загрязнения, оценены средообразующие функции зелёных насаждений. Обосновывается необходимость оптимизации системы озеленения санитарно-защитных зон и селитебных территорий.

Ключевые слова: экологическая безопасность, селитебные ландшафты, скверы, промышленные районы, зелёные насаждения, загрязнение атмосферного воздуха, очистка воздуха.

Для цитирования: Тимерьянов А.Ш., Нафикова А.И., Саванихова А.Ф. Роль скверов в обеспечении экологической безопасности селитебных ландшафтов на примере промышленных районов г. Уфы // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 96-100.

Original article
UDC 712.4:504.054

THE ROLE OF SQUARES IN ENSURING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF RESIDENTIAL LANDSCAPES: THE CASE OF INDUSTRIAL AREAS IN UFA

**Azat Shamilovich Timeryanov¹, Adelia Ildarovna Nafikova², Alina Flaritovna
Savanikhova³**

^{1,2,3}Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

¹HAF628@yandex.ru ²adelianme@mail.ru ³savanikhovaalina@gmail.com

Abstract. The article examines the role of urban squares as a key element of the system for ensuring environmental safety of residential landscapes in an industrialized city. Using the example of industrial districts in Ufa, the main sources of anthropogenic pollution are analyzed, and the environmental functions of green spaces are evaluated.

The article substantiates the need to optimize the system of landscaping sanitary protection zones and residential areas.

Keywords: environmental safety, residential landscapes, squares, industrial districts, green spaces, atmospheric air pollution, air purification.

For citation: Timeryanov A.S., Nafikova A.I., Savanikhova A.F. The role of squares in ensuring the environmental safety of residential landscapes: the case of industrial areas in Ufa // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 96-100.

Введение. Обеспечение экологической безопасности городских территорий является одной из приоритетных задач современного градостроительства, особенно в городах с высоким уровнем промышленного развития. Селитебные ландшафты, испытывающие комплексное негативное воздействие со стороны предприятий, транспорта и объектов теплоэнергетики, нуждаются в надёжных природных барьерах, способных снижать уровень антропогенной нагрузки на население. Поиск и обоснование эффективных методов смягчения этого воздействия с помощью зелёных насаждений остаётся одной из важнейших задач урбоэкологии.

Город Уфа является крупным промышленным центром, где экологическая обстановка в ряде районов остаётся сложной. Исследования загрязнения атмосферного воздуха в г. Уфе в 2023 году выявили ежемесячные превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, особенно в промышленной зоне; основными загрязнителями выступали изопропилбензол, сероводород, хлорид водорода, кумол, этилбензол [6]. В структуре выбросов в Уфе объём загрязнений от стационарных источников в три раза превысил выбросы от передвижных источников и составил 135,9 тыс. тонн [8]. Особую тревогу вызывает положение в промышленных районах - Орджоникидзевском и Калининском, где расположены ключевые нефтехимические и машиностроительные предприятия.

Целью данной работы является анализ экологической ситуации в промышленных районах г. Уфы и оценка потенциальной роли скверов в снижении негативного воздействия промышленных выбросов на селитебные ландшафты.

Материалы и методы исследования. Теоретической и методологической базой работы послужили труды отечественных учёных в области урбоэкологии, ландшафтного проектирования и экологической безопасности, а также нормативно - правовой акт СанПиН 1.2.3685-21 [1]. В процессе исследования были использованы аналитические и статистические методы обработки данных, методы сравнительного и системного анализа.

При подготовке работы были проанализированы данные открытых источников о состоянии атмосферного воздуха г. Уфы за 2023-2025 гг., а также изучены проекты благоустройства общественных пространств в промышленных районах города.

Результаты и их обсуждение. Уфа характеризуется рядом климатических и планировочных особенностей, усугубляющих антропогенное воздействие. Так, преобладающими в течение года считаются южные и юго-западные ветры, что способствует переносу выбросов от промышленных зон, расположенных на северо-западе и в центральной части, на селитебные территории [3].

Анализ данных о качестве атмосферного воздуха показывает стабильное превышение допустимых концентраций в промышленных районах. Основные загрязнители - изопропилбензол, сероводород, хлорид водорода, кумол, этилбензол - присутствуют в воздухе в концентрациях, превышающих нормативные значения [6].

Сквер как элемент системы экологической безопасности. На фоне столь неблагоприятных условий зелёные насаждения скверов приобретают особую значимость. Как отмечает Исяннюлова Р.Р. в автореферате диссертации, в соответствии с современными представлениями об устойчивом развитии лесных экосистем применительно к лесным зонам г. Уфы необходима оценка компонентов зелёных насаждений и показателей их экологической «продуктивности» для оптимизации озеленения в условиях загрязнения окружающей среды [5].

Пылеочищающая функция зелёных насаждений заключается в том, что они способны снижать уровень антропогенной нагрузки и обеспечивать экологическую безопасность прилегающих жилых зон. Листва и хвоя действуют как естественные фильтры. Классические исследования задерживающей способности зелёных насаждений в отношении пыли и дыма показали, что в воздухе парков и садов пыли значительно меньше, чем в воздухе улиц, а фильтрующая способность деревьев ограничивается не только механической задержкой частиц, но и поглощением газообразных загрязнителей [2]. Благоустройство современного города предусматривает правильный подбор древесных пород с учётом их способности к газопоглощению, улавливанию пыли, выделению кислорода и фитонцидов [12]. Исследования пылездерживающей способности пяти видов древесных растений весовым методом показали, что наибольшей способностью обладает липа мелколистная, что делает её особо ценной для озеленения в условиях повышенной запылённости [11].

Второй важный аспект - шумозащитная роль. Акустическую нагрузку снимают липа мелколистная, ясень пенсильванский и клён остролистный; наиболее эффективной конструкцией являются двурядные насаждения с живой изгородью из кустарников [9]. Способность зелёных насаждений поглощать шум напрямую связана с сомкнутостью кроны, что необходимо учитывать при конструировании посадок в скверах.

Третья функция - климаторегулирующая и газообменная. Зелёные насаждения обогащают атмосферу кислородом, выделяют фитонциды, уничтожающие болезнетворные микроорганизмы, и снижают приземную температуру воздуха, что особенно важно в периоды летнего зноя. На загрязнённых промышленных территориях Уфы с развитием растительности в вегетационный период концентрация бензпирена снижается, а в июле - августе

становится ниже, чем в селитебной части города, где зелёные насаждения практически отсутствуют [10]. Это прямо доказывает эффективность зелёных массивов в снижении уровня стойких органических загрязнителей.

Анализ современного состояния и перспективы. Несмотря на понимание важности озеленения, текущая ситуация в промышленных районах Уфы оценивается как неоднозначная. В центральной селитебной части Уфы уровень озеленения составляет 30,9%, что находится на нижней границе нормы, а в небольших городах Башкортостана этот показатель в 1,5–3 раза выше [8]. Габбасовой И.М. и Афзаловым Р.Ш. на примере парка в промышленной зоне г. Уфы показано, что агроэкологическая оценка почв наряду с общепринятым комплексом свойств предусматривает проведение биологических тестов для оценки степени деградации почв, их фитотоксичности и подбора наиболее адаптированных растений [4].

С позиции формирования экологического каркаса, озеленение санитарно-защитных зон промышленных предприятий является обязательным условием повышения эффективности барьерных функций [7]. Также представляется необходимым целенаправленное формирование системы скверов как барьеров на пути движения загрязнённых воздушных масс по розе ветров, а также разработка специализированного ассортимента древесной растительности для зон влияния нефтехимических предприятий на основе местных адаптированных видов.

Выводы. Промышленные районы Уфы характеризуются комплексным загрязнением атмосферного воздуха продуктами нефтехимии, сернистыми соединениями и взвешенными частицами, что создаёт реальные угрозы экологической безопасности проживающего населения.

Скверы в данных условиях выступают не просто декоративными элементами благоустройства, а неотъемлемыми компонентами природного каркаса территорий, обеспечивающими важнейшие saniрующие и защитные функции. Оптимизация существующей сети скверов способна в определённой степени снизить уровень загрязнения воздуха и улучшить качество жизни горожан.

Для повышения эффективности озеленения и укрепления экологической безопасности селитебных территорий в г. Уфе представляются актуальными следующие меры:

1. Расширение площади зелёных насаждений в санитарно-защитных зонах крупных промышленных объектов до нормативных значений (до 50% площади зоны) с преимущественным использованием устойчивых к выбросам видов;
2. Целенаправленное формирование системы скверов как барьеров на пути движения загрязнённых воздушных масс по розе ветров;
3. Мониторинг жизненного состояния насаждений в районах с высоким уровнем загрязнения и своевременная замена угнетённых экземпляров;
4. Разработка специализированного ассортимента древесной растительности для озеленения зон влияния нефтехимических предприятий, потенциально основанная на местных адаптированных видах и формах,

способных эффективно накапливать тяжёлые металлы и выдерживать высокие газовые нагрузки.

Список источников:

1. Адамова А.А. Задерживающая способность зеленых насаждений в отношении пыли и дыма // Гигиена и санитария. – 1936. – № 5. – С. 28–33.
2. Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. URL: <http://www.meteorb.ru/meteorology/climatic-characteri> (дата обращения 14.05.2026)
3. Габбасова И.М., Афзалов Р.Ш. Агроэкологическая оценка почв парков мегаполисов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. – № 4. – С. 12–17.
4. Исяньюлова Р.Р. Характеристика и экологическое значение городских насаждений (на примере г. Уфы): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. – Тольятти, 2011. – 24 с.
5. Галеева Э.М., Теплова Д.С. Загрязнение атмосферного воздуха городских агломераций и влияющие неблагоприятные метеорологические условия (на примере г. Уфы). // Биология. Науки о земле. 2016. – № 1. – С. 7–14.
6. Декоративная дендрология с основами проектирования пейзажных групп. Часть 1. Надотдел голосеменные: учебное пособие / Р.Р.Байтурина и др. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2023. – 471 с.
7. Декоративные деревья и кустарники. Часть 1 Характеристика декоративных древесных растений. /Исяньюлова Р.Р., Тимерьянов А.Ш., Прокофьева С.В./ Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2013. № 4 (47). С. 22.
8. Декоративные деревья и кустарники. Часть 2 Применение декоративных древесных видов в зеленом строительстве / Исяньюлова Р.Р., Тимерьянов А.Ш. / Электронный учебник. Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2013. № 4 (47). С. 13.
9. Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.А. Влияние зеленых насаждений на динамику загрязнения воздуха в городах // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2021. – № 1 (41). – С. 58–73.
10. Никитина О.Л., Максуткина А.С. Определение пылезадерживающей способности древесных растений // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 12-1. – С. 105–108.
11. Острикова В.М. Эффективность древесных насаждений в оздоровлении воздушного бассейна города // Гигиена и санитария. – 1970. – № 12. – С. 34–39.

© Тимерьянов А.Ш., Нафикова А.И., Саванихова А.Ф., 2026

Научная статья
УДК 331.45:621

ИРОНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ: ПОЧЕМУ ЦИФРОВИЗАЦИЯ НЕ ОТМЕНЯЕТ ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР

Татьяна Сергеевна Прокошина¹ Антон Павлович Трясцин²

^{1,2}Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орёл,
Россия

¹proka@rambler.ru, ²antondocent1968@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется феномен «иронии автоматизации» применительно к современному машиностроительному производству. На основе актуальных данных о состоянии промышленной роботизации в Российской Федерации и результатах отраслевых исследований показано, что внедрение станков с числовым программным управлением и промышленных роботов не снижает влияние человеческого фактора, а трансформирует его, создавая новые формы профессиональных рисков: дефицит квалифицированных кадров, деградацию практических навыков и рост когнитивной нагрузки операторов. Предложены подходы к смягчению негативных эффектов автоматизации, основанные на сохранении оператора «в контуре» управления и инвестициях в «гибридную» квалификацию персонала.

Ключевые слова: автоматизации, человеческий фактор, станки с ЧПУ, машиностроение, промышленная роботизация, когнитивная нагрузка.

Для цитирования: Прокошина Т.С., Трясцин А.П. Ирония автоматизации в машиностроении: почему цифровизация не отменяет человеческий фактор // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 101-105.

Original article
UDC 331.45:621

THE IRONY OF AUTOMATION IN MECHANICAL ENGINEERING: WHY DIGITALIZATION DOES NOT ELIMINATE THE HUMAN FACTOR

Tatiana Sergeevna Prokoshina¹ Anton Pavlovich Tryascin²

^{1,2} Orel State University named after I. S. Turgenev. Orel. Russia

¹proka@rambler.ru, ²antondocent1968@mail.ru

Abstract. The article analyzes the phenomenon of the "irony of automation" in relation to modern mechanical engineering production. Based on current data on the state of industrial robotization in the Russian Federation and the results of industry-specific research, it is shown that the introduction of CNC machines and industrial robots does not reduce the influence of the human factor but transforms it, creating new forms of professional risks: shortage of qualified personnel, degradation of practical skills (deskilling), and increased cognitive load on operators. Approaches to mitigating the negative effects of automation are proposed, based on keeping the operator "in the loop" and investing in "hybrid" personnel qualifications.

Keywords: irony of automation, human factor, CNC machines, mechanical engineering, deskilling, industrial robotization, cognitive load.

For citation: Prokoshina T.S., Tryashtsin A.P. The irony of automation in mechanical engineering: why digitalization does not eliminate the human factor // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 101-105.

Цифровая трансформация машиностроительных предприятий, внедрение промышленных роботов и станков с числовым программным управлением (ЧПУ) традиционно рассматриваются как ключевые факторы повышения производительности и снижения влияния «человеческого фактора» на качество продукции [8]. Логика этого подхода проста – чем меньше человек взаимодействует с производственным процессом, тем ниже вероятность ошибки, вызванной усталостью, невнимательностью или недостаточной квалификацией. Однако масштабная программа роботизации российской промышленности, развернутая в 2024-2025 гг., обнаружила серьезные противоречия, заставляющие усомниться в однозначности этой логики. Согласно официальным данным, плотность роботизации в России за год выросла с 19 до 29 роботов на 10 тысяч работников, а к 2030 году планируется достичь показателя 145 единиц [6]. Параллельно, по оценкам Российской академии наук, стране не хватает около 4,8 млн человек операционного персонала, а для достижения технологического суверенитета требуется дополнительно более 2 млн сотрудников [2]. За этими цифрами скрывается глубинный парадокс – автоматизация не устраняет человеческий фактор, а трансформирует его, создавая новые, более сложные для диагностики формы уязвимости. Классический феномен, известный в мировой науке как «ирония автоматизации» и описанный Лизой Бейнбридж еще в 1983 году, заключается в том, что чем надежнее автоматика, тем сложнее оператору эффективно вмешаться в процесс, когда это действительно необходимо [7]. В современных российских условиях этот феномен приобретает специфические черты. Так дефицит квалифицированных кадров обостряется, а внедрение сложного оборудования делает работу оператора не проще, а сложнее.

Внедрение станков с ЧПУ и промышленных роботов трансформирует роль человека на производстве. Из активного участника технологического процесса, каким был наладчик, обладающий глубокими знаниями кинематики станка, режущего инструмента и свойств обрабатываемых материалов, он превращается

в пассивного наблюдателя за мониторами и пультами управления. При длительной безотказной работе оборудования бдительность оператора неизбежно снижается, однако при возникновении нештатной ситуации – отклонении размера детали, поломке инструмента или сбое управляющей программы – именно на него ложится ответственность за быстрое и правильное вмешательство. Как показывают исследования, после часов наблюдения за исправно работающим станком оператору требуется от 10 до 15 секунд на переключение внимания и анализ обстановки. Именно в этот период вероятность ошибочных действий максимальна [1, 3]. Авторы работы [3] отмечают, что «на многих предприятиях подавляющий процент брака появляется вследствие халатного отношения операторов станков с ЧПУ. Однако за этим часто стоит именно когнитивная ловушка, а именно, то, что уверенность в надежности автоматики притупляет критическое мышление. Оператор как бы перекладывает мыслительные задачи на машину.

Второй важный аспект проблемы связан с деградацией профессиональных навыков. Детальное исследование, посвященное разделению труда операторов и наладчиков станков с ЧПУ, выявило такую тенденцию [1]. При классической организации труда наладчик «чувствовал» оборудование, обладая целостным пониманием физики процесса резания. При современном разделении труда оператор выполняет преимущественно функции загрузки-выгрузки деталей и нажатия кнопок «Пуск», а наладчик вызывается только при сбоях. В результате оператор теряет понимание физики процесса, наладчик, обслуживающий десятки станков, не имеет глубокого погружения в специфику каждого из них, а при выходе из строя системы ЧПУ никто из них не готов к полноценному ручному управлению. Это прямая плата за автоматизацию – утрата тех практических навыков, которые составляли основу профессиональной компетентности [1, 2].

Третий парадокс автоматизации связан с тем, что внедрение сложных систем управления создает у руководства предприятий иллюзию тотального контроля и безопасности. Как отмечается в исследовании [8], цифровая трансформация производственных процессов требует пересмотра подходов к организации труда, поскольку автоматизация порождает новые формы ошибок, не известные при традиционном управлении.

Скрытые риски автоматизации включают в себя, во-первых, сложность диагностики отказов. При сбое автоматизированной системы определить причину становится значительно сложнее, чем при традиционном управлении. Во-вторых, автоматика может компенсировать мелкие отклонения, накапливая их до критического уровня без ведома оператора. В-третьих, снижение частоты ручного вмешательства ведет к утрате навыков быстрой диагностики и ремонта [6]. По данным статьи [2], одной из главных проблем внедрения роботизации является разрыв между ожидаемой и реальной эффективностью. Бизнес не готов вкладывать средства в проекты с окупаемостью три-пять лет, а экономический эффект от роботизации зачастую нивелируется затратами на переподготовку персонала, простоями из-за сложности обслуживания и браком, вызванным ошибочными действиями операторов при сбоях.

На основе анализа исследований можно предложить три практических направления для смягчения негативных эффектов автоматизации. Первое – сохранение оператора «в контуре» управления, то есть регулярное переключение между автоматическим и ручным режимами для поддержания навыков, проектирование интерфейсов, требующих активного взаимодействия [1]. Второе – инвестиции в «гибридную» квалификацию, например, формирование бригад с ротацией ролей оператора и наладчика или внедрение систем наставничества [1]. Третье – реалистичное планирование автоматизации. Полная автоматизация целесообразна для массового производства, стабильной номенклатуры, тогда как для мелкосерийного и единичного производства сохранение высокой роли квалифицированного ручного труда не только оправданно, но и необходимо [7].

Таким образом можно сказать, что проведенный анализ актуальных данных о состоянии автоматизации машиностроительных предприятий Российской Федерации в 2024-2025 гг. позволяет сделать три основных вывода:

- Автоматизация не устраняет человеческий фактор, а изменяет его природу, т.е. внедрение станков с ЧПУ и промышленных роботов создает новые формы профессиональных рисков, включая деградацию практических навыков, когнитивную перегрузку операторов и рост скрытых отказов, сложных для диагностики.

- В условиях острого кадрового дефицита и форсированной государственной программы роботизации игнорирование «иронии автоматизации» ведет к парадоксальному результату. Автоматизация не снижает, а может увеличивать вероятность брака и аварийности, поскольку операторы теряют навыки ручного управления, а система не оказывается готовой к нештатным ситуациям.

- Для обеспечения технологического суверенитета и промышленной безопасности необходим переход от стратегии тотальной автоматизации к концепции «расширения возможностей» человека, т.е. к проектированию таких человеко-машинных систем, которые поддерживают и развивают квалификацию персонала, а не замещают ее полностью.

Практические результаты работы могут быть использованы машиностроительными предприятиями при планировании программ роботизации, а также при разработке учебных программ для подготовки операторов и наладчиков станков с ЧПУ.

Список источников:

1. Зайцев А.В., Марецкая В.В., Лукьянец О.Ф. Анализ эффективности разделения труда оператора и наладчика станков с ЧПУ при одностаночном обслуживании // Справочник. Инженерный журнал. – 2024. – № 7. – С. 29–34.
2. Люди стоят дороже. Помогут ли роботы справиться с кадровым голодом на производствах [Электронный ресурс] // ФОНТАНКА.ру. – 2025. – 1 июля. – URL: <https://www.fontanka.ru/2025/07/01/75656099/>
3. Макаров В.В., Гусев С.С. Анализ систем автоматического проектирования // Известия МГТУ «МАМИ». – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 63–74.

4. Минпромторг России: Центр развития базовых отраслей промышленности [Электронный ресурс]. – 2025. – 19 июня. – URL: <https://crp.gov.ru/news/zamministra-promyshlennosti-i-torgovli-rossii-prinyal-uchastie-v-diskussii-na-pmef-25/>
5. Ольга Алимова: Устойчивый рост автоматизации невозможен без опоры на социально ориентированную модель экономики [Электронный ресурс] // Официальный сайт КПРФ. – 2025. – 15 октября. – URL: <https://kprf.ru/dep/gosduma/activities/238122.html>
6. Эксперт назвал главную проблему российской роботизации [Электронный ресурс] // Известия. – 2025. – 24 декабря. – URL: <https://iz.ru/2014767/2025-12-24/ekspert-nazval-glavnuiu-problemu-rossiiskoi-robotizacii>
7. Bainbridge L. Ironies of automation // Automatica. – 1983. – Vol. 19, No. 6. – P. 775–779
8. Novikov S., Sazonov A. Organization of production processes at machine-building enterprises under conditions of digital transformation // AIP Conference Proceedings. – 2024. – Vol. 3021, No. 1. – P. 1–5.

© Прокошина Т.С., Трясцин А.П., 2026

АНАЛИЗ РИСКОВ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТА ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОБУСОВ И ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ

Антон Павлович Трясцин¹ Татьяна Сергеевна Прокошина²

^{1,2}Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орёл, Россия

¹antondocent1968@mail.ru, ²proka@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы обеспечения экологической безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций при эксплуатации электробусов и электромобилей в условиях городских агломераций. Проведён анализ динамики развития парка электротранспорта в России и мире, систематизированы статистические данные по аварийности и инцидентам, связанным с возгораниями литий-ионных аккумуляторов. Обоснованы теоретические подходы к оценке рисков термического разгона батарей, предложена математическая модель интегральной оценки риска, учитывающая факторы эксплуатации, старения аккумуляторов и контекстные особенности городской среды. Сформулированы выводы и практические рекомендации по повышению безопасности эксплуатации электротранспорта.

Ключевые слова: электробусы, электромобили, экологическая безопасность, чрезвычайные ситуации, термический разгон, литий-ионные аккумуляторы, математическая модель риска, городские агломерации.

Для цитирования: Трясцин А.П., Прокошина Т.С. Анализ рисков, обеспечение экологической безопасности и защита от чрезвычайных ситуаций при эксплуатации электробусов и электромобилей в условиях городских агломераций // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 106-111.

Original article
UDC 504.06:656.13.072

RISK ANALYSIS, ENVIRONMENTAL SAFETY, AND PROTECTION AGAINST EMERGENCIES DURING THE OPERATION OF ELECTRIC BUSES AND ELECTRIC VEHICLES IN URBAN AREAS

Anton Pavlovich Tryastsin¹ Tatyana Sergeevna Prokoshina²

^{1,2} Oryol State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia

¹antondocent1968@mail.ru, ²proka@rambler.ru

Abstract. The article discusses the current problems of ensuring environmental safety and protection against emergencies during the operation of electric buses and electric vehicles in urban agglomerations. The authors analyze the dynamics of the development of the electric vehicle fleet in Russia and worldwide, and systematize statistical data on accidents and incidents related to lithium-ion battery fires. The article substantiates theoretical approaches to assessing the risks of thermal runaway of batteries and proposes a mathematical model for integrated risk assessment that takes into account the factors of battery operation, aging, and the contextual features of the urban environment. Conclusions and practical recommendations are formulated to improve the safety of electric transport.

Keywords: electric buses, electric vehicles, environmental safety, emergencies, thermal runaway, lithium-ion batteries, mathematical risk model, urban agglomerations.

For citation: Tryashtsin A.P., Prokoshina T.S. Risk analysis, environmental safety, and protection against emergencies during the operation of electric buses and electric vehicles in urban areas // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 106-111.

Введение

Глобальный переход к электрическому транспорту является одним из ключевых направлений декарбонизации городских агломераций. Электробусы и электромобили рассматриваются как экологическая альтернатива традиционному транспорту с двигателями внутреннего сгорания, позволяющая снизить выбросы парниковых газов, оксидов азота и твердых частиц в атмосферу крупных городов. Однако наряду с очевидными экологическими преимуществами массовое внедрение электротранспорта порождает новые вызовы в сфере безопасности. Литий-ионные аккумуляторы, являющиеся основным источником энергии для электромобилей и электробусов, обладают потенциальной опасностью термического разгона (thermal runaway) – неконтролируемой экзотермической реакции, способной привести к возгоранию, взрыву и выделению токсичных продуктов горения [6]. Особую актуальность проблема приобретает в условиях плотной городской застройки, где концентрация электротранспорта на маршрутах, в парковочных пространствах и подземных сооружениях создает повышенные риски для населения и инфраструктуры.

Анализ динамики развития парка электротранспорта

Мировой рынок электротранспорта демонстрирует устойчивый рост, обусловленный государственными программами поддержки, снижением стоимости литий-ионных батарей и повышением экологических требований к городскому транспорту. По данным на 2020 год, в мире насчитывалось около 600 000 электрических автобусов, что составляло 16% от общего парка городских автобусов [6]. Лидерство в Европе по внедрению электробусов принадлежит Нидерландам, где с 2025 года для всех новых закупок общественного транспорта

предпочтение будет отдаваться электробусам и водоробусам. Австрия ставит целью достижение нулевых выбросов к 2040 году, а Чили и Колумбия объявили о переходе на 100% электрические или нулевые выбросы для новых закупок автобусов с 2021 года с полной реализацией к 2035 году. В штате Калифорния переход на нулевые выбросы для автобусов общественного транспорта планируется завершить к 2029 году [6].

По состоянию на 1 июля 2025 года парк электротранспорта в России достиг 76,8 тыс. единиц, из которых 73,3 тыс. приходится на легковые электромобили и 2,8 тыс. – на электробусы. Важной особенностью российского рынка является высокая концентрация электробусного парка в Москве – 85% всех электробусов страны эксплуатируются в столице. При этом 98,6% парка электробусов представлено техникой российских брендов. В сегменте легковых электромобилей российские бренды занимают лишь 9,4% парка; лидирующие позиции принадлежат японским автомобилям (около трети парка), однако китайские производители стремительно наращивают присутствие, достигнув доли 28,7% [3, с. 22]. Таким образом, российский рынок электротранспорта находится в фазе активного роста, что актуализирует вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации данной техники.

Анализ статистических данных по авариям и инцидентам

Вопреки распространенному мнению о высокой пожароопасности электромобилей, статистические данные свидетельствуют об обратном. Согласно отчёту страховой компании AutoinsuranceEZ, вероятность возгорания электромобилей составляет 0,03% по сравнению с 1,5% для автомобилей с двигателями внутреннего сгорания [6]. Исследования показывают, что от 0,5% до 1% всех зарегистрированных аварий с автобусами ежегодно вызвано неисправностью аккумуляторов [6]. При этом, по имеющимся данным, с 2010 года в мире зафиксировано 27 пожаров высоковольтных аккумуляторов на парке из более чем 250 000 электробусов [6]. В частности, в течение одного месяца произошло два пожара электробусов Bluebus, эксплуатируемых компанией RATP. Французское государственное агентство пришло к заключению, что причиной пожаров стало внутреннее короткое замыкание, вызванное термическим разгоном высоковольтных аккумуляторов, что было связано с производственным дефектом [6].

Ключевым фактором пожароопасности электротранспорта является явление термического разгона литий-ионных аккумуляторов – неконтролируемой химической реакции в аккумуляторной ячейке, приводящей к лавинообразному росту температуры и давления. Инициирование термического разгона происходит при разложении твёрдого электролитного межфазного слоя (SEI-плёнки) на аноде, что запускает цепную реакцию тепловыделения [6]. Сценарии возникновения термического разгона можно разделить на три основные группы: производственные дефекты (наиболее характерны для раннего периода эксплуатации, пробег до 5 000 км), кумулятивные эффекты старения (проявляются после длительной эксплуатации свыше 20 000 км) и внешние воздействия (механическое повреждение при ДТП, перезаряд, глубокий разряд, нарушение теплоотвода).

Особую сложность представляет тушение горящих литий-ионных батарей. Как отмечают Di Liberto и соавторы, системы пожаротушения высокого давления не являются полностью эффективным решением, поскольку при уже запущенном термическом разгоне не всё тепло удаляется, а их действие в значительной степени ограничивается внешней стороной аккумуляторного блока [6]. Кроме того, пожары с участием электробусов генерируют больше сажи и обладают несколько более высокой токсичностью по сравнению с пожарами автобусов с двигателями внутреннего сгорания. Нахождение крупных транспортных средств, таких как электробусы, в туннелях может увеличить риск перехода от дефлаграции к детонации [6].

В качестве теоретической основы предлагается интегральная математическая модель оценки риска эксплуатации электробуса или электромобиля в условиях городской агломерации. Модель построена на принципе композиции трёх ключевых групп факторов: вероятности инициирования опасного события (термического разгона литий-ионного аккумулятора), тяжести возможных последствий этого события и контекстных условий городской среды, в которых находится транспортное средство в рассматриваемый момент времени.

Общий риск для транспортного средства или парка транспортных средств определяется как суммарный вклад всех аккумуляторных модулей (ячеек) в течение заданного временного горизонта. Каждый модуль вносит в общий риск произведение трёх величин. Первая величина – это мгновенная вероятность того, что в данный момент времени в данном модуле начнётся термический разгон. Вторая величина характеризует тяжесть последствий такого события – масштаб возгорания, количество выделяемого тепла, скорость распространения огня на соседние ячейки и токсичность продуктов горения. Третья величина представляет собой контекстный коэффициент, учитывающий особенности места нахождения транспортного средства и времени суток: плотность населения в данной точке города, близость объектов критической инфраструктуры (больниц, школ, топливных хранилищ), нахождение в подземном паркинге или тоннеле, а также типовое время прибытия аварийно-спасательных служб. Указанные три величины перемножаются для каждого модуля, суммируются по всем модулям и интегрируются по времени, что даёт интегральную оценку риска на рассматриваемом временном интервале.

Мгновенная вероятность термического разгона, в свою очередь, моделируется с учётом трёх групп факторов, действующих одновременно. Первая группа – производственные дефекты, которые наиболее вероятны в начале эксплуатации (первые тысячи километров пробега) и интенсивность которых со временем экспоненциально затухает. Вторая группа – кумулятивные эффекты старения и циклической деградации, которые, напротив, нарастают с течением времени и пробега. В модели эта составляющая описывается степенной функцией с показателем больше единицы, что отражает ускорение процессов деградации после наработки около 20 000 километров, где статистически наблюдается пик инцидентов. Третья группа – внешние воздействия, которые могут возникать в любой момент эксплуатации: механические повреждения

батарей при дорожно-транспортном происшествии, нарушения теплоотвода, перезаряд или глубокий разряд, короткое замыкание. Интенсивность этих отказов оценивается на основе данных бортовых систем мониторинга в реальном времени (отклонения температуры, напряжения, внутреннего сопротивления от нормативных значений). Суммарная интенсивность отказов складывается из этих трёх составляющих, и мгновенная вероятность термического разгона вычисляется как единица минус экспонента от интеграла суммарной интенсивности по времени.

Функция тяжести последствий определяется через три параметра. Первый – суммарная запасённая энергия аккумуляторного модуля, которая прямо пропорциональна потенциальному ущербу. Второй – доля этой энергии, которая высвобождается в неконтролируемой экзотермической реакции при термическом разгоне; для литий-ионных аккумуляторов эта доля составляет, по данным экспериментальных исследований, от 0,4 до 0,7. Третий – коэффициент распространения термического разгона на соседние ячейки, который зависит от конструктивного исполнения аккумуляторного блока, наличия противопожарных барьеров и эффективности системы охлаждения. Чем лучше изолированы ячейки друг от друга, тем ниже этот коэффициент, и тем меньшая часть батареи оказывается вовлечённой в аварию.

Контекстный коэффициент городской агломерации предлагается нормировать в диапазоне от единицы до пяти. Значение, близкое к единице, присваивается ситуации, когда транспортное средство находится на открытой территории с низкой плотностью населения, вдали от объектов критической инфраструктуры. Максимальные значения от трёх до пяти соответствуют наиболее опасным сценариям: нахождение электробуса в подземном тоннеле в часы пик, зарядка электромобиля в многоуровневом подземном паркинге жилого комплекса или авария в центральной части мегаполиса с высокой плотностью пешеходного движения. Как отмечается в исследовании Di Liberto и соавторов [6], замкнутые пространства и подземные сооружения представляют собой наиболее критические риски для транспортных систем, особенно при нахождении в них крупногабаритных транспортных средств, таких как электробусы.

Предложенная модель позволяет решать, как оперативные, так и стратегические задачи. В режиме реального времени, на основе данных бортовой диагностики и информации о местоположении транспортного средства, может вычисляться текущий интегральный риск. При превышении заданного порогового значения система выдаёт предупреждение водителю и диспетчеру, а при критическом уровне риска – рекомендацию о немедленной остановке и эвакуации пассажиров. На стратегическом уровне модель может использоваться при планировании маршрутов электробусов (исключая участки с высоким контекстным коэффициентом для транспорта с изношенными батареями), при проектировании размещения зарядных станций и электробусных парков, а также при разработке нормативных требований к противопожарной защите объектов хранения электротранспорта.

Заключение

Проведённый анализ подтверждает, что при статистически более низкой частоте возгораний электромобилей по сравнению с автомобилями с двигателями внутреннего сгорания специфика термического разгона литий-ионных аккумуляторов (возможность развития в стояночном режиме, выделение кислорода внутри ячейки, высокая температура горения) создаёт новые риски для городских агломераций. Как отмечается в обзорной работе [6], существующие нормативы пожарной безопасности для автобусов имеют существенные недостатки, особенно в части методов квалификации материалов салона, что требует совершенствования нормативной базы. Практическая реализация модели требует внедрения бортовых систем мониторинга с передачей данных в городские платформы управления, а также адаптации нормативной базы с учётом кумулятивных эффектов старения батарей. Дальнейшие исследования должны быть направлены на калибровку параметров модели на основе реальных данных о деградации аккумуляторов в климатических условиях России и разработку алгоритмов раннего предупреждения термического разгона.

Список источников:

1. Ксенофонов, Б. С. Водоподготовка и водоотведение: учебник / Б. С. Ксенофонов. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018. – 296 с.
2. НАПИ. Парк электромобилей и электробусов: инфографика / НАПИ. – 2025. – Текст: электронный. – URL: <https://napi.ru>.
3. НАПИ. Развитие электромобилей в России: инфраструктура, проблемы утилизации и экологичность / НАПИ. – 2025. – Текст: электронный. – URL: <https://napi.ru>.
4. Autoinsurance EZ. Electric Vehicle Fire Statistics / Autoinsurance EZ. – 2024. – Текст: электронный. – URL: <https://autoinsurancenez.com>.
5. EV FireSafe. Statistical Analysis of Electric Vehicle Fires / EV FireSafe. – 2022. – Текст: электронный. – URL: <https://evfiresafe.com>.
6. Di Liberto, E. A Review of Safety Measures in Battery Electric Buses / E. Di Liberto, R. Borchellini, D. Fruhwirt, D. Papurello // Fire. – 2025. – Vol. 8, № 4. – P. 159. – DOI 10.3390/fire8040159.
7. Global Market Insights. Busbar Systems Market Report / Global Market Insights. – 2025. – Текст: электронный. – URL: <https://www.gminsights.com>.
8. Happyanto, D. C. Early Warning Safety System Development for Electric Vehicle Batteries to Prevent Fires and Accidents: Implementation in Urban Public Transportation / D. C. Happyanto, J. Anita, A. Hendriawan // INFOTEL. – 2026. – Vol. 17, № 4. – P. 920-932.
9. Tang, A. Week-level early warning strategy for thermal runaway risk based on real-scenario operating data of electric vehicles / A. Tang, Z. Wu, T. Xu, X. Wu, Y. Hu, Q. Yu // ScienceDirect. – 2023. – Текст: электронный. – URL: <https://www.sciencedirect.com>.
10. Wang, J.-Z. Bridging thermal abuse mechanisms, diagnostic parameters, and safety standards: A critical review of lithium-ion battery risk assessment / J.-Z. Wang, Z.-Y. Cheng, L. Cao, Y.-X. Liu, X.-Y. Wang, T. Du // Journal of Energy Storage. – 2026. – Vol. 145.

© Трясцин А.П., Прокошина Т.С., 2026

ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДОРОГ, ЖИЛЬЯ И ТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЛЮДЕЙ

Андрей Викторович Хизов¹

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹andrei.hizov@yandex.ru,

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы влияния близлежащих дорог, построенного жилья и автотранспорта на здоровье людей. Даны направления по снижению негативного воздействия дорог и транспорта на жителей городов.

Ключевые слова: раздражение, депрессия, расстройства, шум, свет, транспорт, пожилой возраст, исследования, здоровье людей.

Для цитирования: Хизов А.В. Влияние расположения дорог, жилья и транспорта на состояние здоровья людей // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 112-116.

Original article
UDC 502.8

THE IMPACT OF THE LOCATION OF ROADS, HOUSING AND TRANSPORT ON PEOPLE'S HEALTH

Andrey Viktorovich Khizov¹

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹andrei.hizov@yandex.ru

Annotation. The paper examines the impact of nearby roads, built housing and vehicles on human health. Directions are given to reduce the negative impact of roads and transport on urban residents.

Keywords: irritation, depression, disorders, noise, light, transport, old age, research, human health.

For citation: Khizov A.V. The impact of the location of roads, housing and transport on people's health // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 112-116.

Давно известно, что шум от близлежащих дорог у людей вызывает раздражение, повышенный риск депрессии и тревожное расстройство. Такое вот состояние возникает как у молодых людей, так и у людей пожилого возраста.

Финские ученые в течение нескольких лет проводили исследования по влиянию на людей негативных рисков, возникающих в расположенных поблизости от дорог жилища человека. Исследованию подверглись 114353 человека. Опубликованные в журнале *Environmental Research* в 2007 году данные по исследованию состоянию здоровья людей в возрасте от 8 до 21 года. При этом шум от дорог был увеличен в вечернее и ночное время всего лишь на несколько дБ, и, установили, что у каждого десятого была диагностирована депрессия или тревожное состояние.

Анализ исследований показал реальную связь уровня дорожного шума с риском изменения состояния людей. Так при увеличении шума на 10 дБА, риск депрессия возрастал на 5 %, а тревожных расстройств – на 4 %.

При уровне шума более 53 дБ повышался рост риска нарушения сна у людей, проявлялась бессонница, а связь расстройств более выражена была у мужчин, чем у женского пола.

Российские ученые в своих работах так же пришли к выводу, что чрезмерный шум приводит к повышению артериального давления, сердечным расстройствам и депрессии. Особенно опасен шум для детей и пожилых людей.

Жизнь человека ежедневно как на работе, так и в процессе его деятельности сопровождается воздействием шума. Под длительным воздействием шума нарушается деятельность нервной и сердечно-сосудистой систем, кроветворных и пищеварительных органов, развивается тугоухость, которая может привести к полной потере слуха [1].

Особенно на человека оказывает сильное воздействие посторонний шум, вызванный каким было источником или соседями.

Так в соответствии со СанПин 1.2.3685-21 уровень постоянного шума в квартире в дневное время не должен превышать 40 дБА, а в ночное время 30 дБА.

А уровень непостоянного шума в квартире не должен превышать 55 дБА днем, а ночью 45 дБА [2].

Создаваемые в городах высокие уровни шума (трамваи, автобусы, грузовой транспорт) являются раздражителями нервной системы, вызывая ее перенапряжение, бессонницу и утомляемость.

Кроме возникновения шума автотранспорт непосредственно влияет на загрязнение атмосферы воздуха, оказывая негативное влияние и на здоровье человека. Выбросы выхлопной трубы автомобиля на участках автотрассы собираются (концентрируются) на высоте 60 – 90 см от поверхности дороги и опасны для жителей близлежащих районов. Пыль, поднимаемая машинами, вызывает конъюнктивит.

В результате загрязнения воздуха появляется риск заболевания респираторных, легочных заболеваний, сердечно-сосудистых заболеваний, инфаркта и инсульта [3].

Выбросы из выхлопных труб автомобилей содержат множество вредных веществ: оксиды азота, угарный газ, углеводороды, токсичные соединения и

твердые частицы. Они отрицательно влияют на дыхательную систему, сердечно-сосудистую систему.

Повышенному риску подвергаются пешеходы, велосипедисты и жители первых этажей зданий, которые располагаются вдоль трасс.

Оксиды азота раздражают дыхательные пути, могут привести к бронхиту и астме.

Угарных газ приводит к кислородному голоданию.

Твердые частицы проникают глубоко в легкие и вызывают воспаление тканей. При интенсивном движении автотранспорта вредные вещества не расслаиваются, а могут концентрироваться в приземистом воздухе.

В состав многих топливных присадок входит свинец, который оказывает мощное тератогенное действия (порок развития).

Автотрассы, расположенные вблизи жилых зон, воздействуют экологически на жителей. Постоянный шум, загрязнение, ощущение опасности приводят к хроническому стрессу, ухудшению самочувствия людей, ухудшают здоровье.

Поток грузового транспорта угнетающе воздействует, появляется дискомфорт, тревожность и стресс. Проезжающие ночью машины воздействуют на нервную систему, ухудшают качество сна, вызывая бессонницу.

Снижается концентрация внимания у детей и пожилых людей. Детям сложнее учиться, хуже память, появляется агрессивность. Возникают существенные проблемы со здоровьем.

Близость с жилыми комплексами автотрасс негативно отражается и на окружающей среде, ухудшая ее эстетический облик (черный снег на обочинах и др.).

Постоянное воздействие шума приводит к нарушению слуха, сердечно-сосудистой системы, увеличению частоты сердечного сокращения, развития инфаркта и инсульта. Эти факторы негативно влияют на нервную систему, появляется раздражительность, и тревожность, возникает стресс.

Построенные еще 40 – 50 лет назад жилые комплексы, проложенные дороги, уже сегодня не отвечают требованиям нормативных документов **СанПиН 2.2.1/2.1.1.120003**, которые сегодня требуют дополнительного согласования с Роспотребнадзором по санитарным разрывам, установленным от дорог до домов, федеральных трасс до дорожных строений, объездных трасс или дорог вокруг населенных пунктов. За это время на дорогах количество машин увеличилось в 5,8 раз (рис. 1).

Значит увеличивается и уровень шума, количество выделяемых вредных веществ при работе транспорта, загрязнение атмосферы, ухудшения здоровья и самочувствия людей, возникновению тревожного состояния, ощущения опасности, сердечно-сосудистых заболеваний, угнетения нервной системы, что приводит к стрессу.

Учёные, после многочисленных исследований, пришли к выводу, что оптимальной является жизнь на этажах с пятого по седьмой.

Окна, если они выходят прямо на дорогу, лучше не открывать для проветривания, если вы живёте ниже третьего этажа. Чтобы облегчить жизнь, надо поставить сетку на окна и очиститель воздуха в помещении.

Очень важно рассаживать деревья, которые задерживают твердые частицы. Они поглощают углекислый газ и процессе фотосинтеза, преобразуют в кислород. Деревья и кустарники и способны очистить воздух от токсинов и улучшить его состав. Их называют легкими и печенью экосистемы.

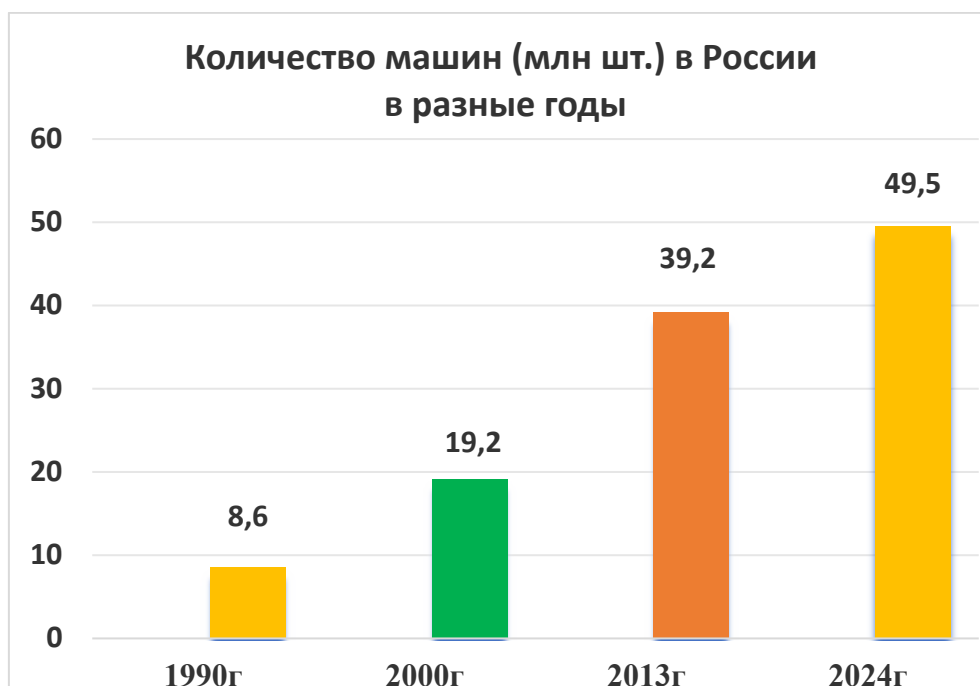


Рисунок 1. Количество машин (млн. шт.) в России в разные годы [4].

Так летом одно среднее дерево за сутки поглощает углекислый газ, выделяемый при дыхании 3-х человек за сутки. Деревья активно улавливают мельчайшие твердые частицы в виде взвесей химикатов, металлов и пыли. Выделяют фитонциды, защищая нас от воздействия микроорганизмов.

Посадка деревьев это один из способов улучшения экологии.

В 2019 году учёные из Королевского колледжа Лондона опубликовали результаты исследования, у проживающих взрослых в пределах 50 метров от крупных трасс – на 10% выше риск развития рака лёгких, а у детей выявлено замедление развития легких.

Следовательно, чтобы добиться комфортной окружающей среды, необходимы комплексные меры: это шумозащитные экраны, высадка деревьев и кустарников, вывод городского транспорта за черту города. Использование современных технологий позволяет применять шум поглощающие покрытия как в зданиях, так и на дорогах.

Здоровье людей должно быть приоритетным, необходимо о нем заботиться и проявлять заботу об окружающей среде. Это важно и для нас, кто живет сегодня и для будущего подрастающего молодого поколения.

Список источников:

1. О влиянии шума на здоровье человека (по материалам территориального отдела Управления Роспотребнадзора по Краснодарскому краю в Славянском, Красноармейском, Калининском районах).
<https://23.rospotrebnadzor.ru/content/325/14474/?> Дата обращения (08.05.2026г).
2. СанПиН 1.2.3685-21 (В ред. от 17.03.2025 г.) Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Казань, Технорматив, 2025. С. 964.
3. Хизов А.В. Негативное воздействие транспорта на окружающую среду и человека. Технология и природная безопасность: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции – Саратов, Амирит, 2017. С. 138 – 140.
4. Статистика: Автомобилизация России - Русский эксперт <https://ruxpert.ru/> Дата обращения (08.05.2026г).

© Хизов А.В., 2026

РАЗРАБОТКА МЕР ПО ЗАЩИТЕ ПЕРСОНАЛА ОТ НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Дарья Андреевна Чекмарева¹

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹dashachekmarevadc@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы обеспечения безопасности персонала при воздействии электромагнитного излучения (ЭМИ), генерируемого оборудованием новых стандартов связи (5G, перспективные 6G). Представлен анализ рисков, нормативно-правовой базы, а также комплекс инженерно-технических, организационных и медико-профилактических мер защиты. Предложены рекомендации по мониторингу и оценке эффективности защитных мероприятий.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, охрана труда, стандарты связи 5G, защита персонала, гигиеническое нормирование, мониторинг ЭМИ.

Для цитирования: Чекмарева Д.А. Разработка мер по защите персонала от новых физических факторов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 117-120.

Original article

UDC 613.6

DEVELOPMENT OF MEASURES TO PROTECT PERSONNEL FROM NEW PHYSICAL FACTORS

Darya Andreevna Chekmareva¹

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹dashachekmarevadc@yandex.ru

Abstract. The article discusses the current problems of ensuring personnel safety when exposed to electromagnetic radiation (EMR) generated by equipment of new communication standards (5G, prospective 6G). It presents an analysis of risks, the regulatory framework, as well as a set of engineering, organizational, and medical and preventive measures of protection. Recommendations are proposed for monitoring and assessing the effectiveness of protective measures.

Keywords: electromagnetic radiation, occupational safety, 5G communication standards, personnel protection, hygienic regulation, and EMR monitoring.

For citation: Chekmareva D.A. Development of measures to protect personnel from new physical factors // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 117-120.

Введение. Внедрение новых стандартов беспроводной связи (5G и последующих поколений) сопровождается расширением частотного диапазона (до 100 ГГц и выше) и увеличением плотности размещения базовых станций. Это приводит к росту уровня электромагнитного излучения на рабочих местах, что требует разработки и внедрения современных мер защиты персонала.

Материалы и методы. Физические характеристики и биологическое воздействие ЭМИ новых стандартов связи. Стандарты 5G используют частоты: низкочастотный диапазон: 600-6000 МГц; среднечастотный диапазон (Sub-6): 3,4-3,8 ГГц; высокочастотный диапазон (mmWave): 24-100 ГГц;

Ключевые особенности ЭМИ mmWave: малая глубина проникновения в биологические ткани (0,5-1мм); высокая направленность излучения (использование фазированных антенных решёток); импульсный характер сигнала (временное мультиплексирование). Биологические эффекты: тепловой эффект: локальный нагрев поверхностных тканей; нетепловые эффекты: изменение проницаемости клеточных мембран, влияние на нервную систему; потенциальное воздействие на кожу и органы зрения (при высоких уровнях ППЭ).

Нормативно-правовая база и гигиеническое нормирование. В России действуют следующие нормативные документы: СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона»; СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи»; ГОСТ 12.1.006-84 «ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах». Основные нормируемые параметры: плотность потока энергии (ППЭ): до 10 Вт/м² для частот выше 300 МГц (в импульсном режиме-до 100 Вт/м²); напряжённость электрического поля E: до 500 В/м; напряжённость магнитного поля H: до 80 А/м; удельная поглощённая мощность (SAR): до 2 Вт/кг для всего тела. Международные стандарты: рекомендации ICNIRP (2020): ограничение ППЭ до 10 Вт/м² на частотах выше 6 ГГц; стандарты IEEE C95.1-2019.

Результаты исследования. Комплекс мер по защите персонала. Инженерно-технические меры. Экранирование источников: применение металлических сеток, фольговых покрытий, специальных красок с проводящими компонентами (снижение ППЭ на 20-30 дБ). Рациональное размещение оборудования: ориентация антенн в сторону от зон постоянного пребывания людей; использование рельефа местности для создания «мёртвых зон». Дистанционное управление: автоматизация и удалённое управление оборудованием (снижение времени пребывания персонала в зонах с повышенным ЭМИ). Ограничение мощности: настройка передатчиков на минимально необходимую мощность. Конструктивные решения: использование направленных антенн с узкой диаграммой направленности. Организационные

меры. Зонирование территории: зона строгого контроля (доступ только по нарядам); зона ограниченного доступа (кратковременное пребывание); безопасная зона. Регламентация работ: ограничение времени пребывания в зонах с ППЭ выше нормы по формуле:

$$T = \frac{W_{\text{доп}}}{\text{ППЭ}},$$

где T-допустимое время (ч), W доп-допустимая энергетическая нагрузка ($\text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$), ППЭ - плотность потока энергии на рабочем месте. Обучение персонала: инструктажи по технике безопасности, тренинги по работе с оборудованием. Медико-профилактические меры: предварительные и периодические медицинские осмотры; контроль состояния здоровья работников, подвергающихся воздействию ЭМИ; организация лечебно-профилактического питания; реабилитационные мероприятия для групп риска. Для оценки эффективности защитных мер необходимо проводить: инструментальный контроль уровня ЭМИ с помощью измерителей ППЭ (например, ПЗ-41, Narda SRM-3006); картографирование зон с повышенным уровнем излучения; индивидуальный дозиметрический контроль для персонала, работающего в зонах риска; автоматизированный мониторинг в режиме реального времени.

Внедрение комплекса мер защиты позволяет: снизить риск профессиональных заболеваний; повысить производительность труда за счёт улучшения условий работы; сократить расходы на компенсации и лечение; обеспечить соответствие требованиям охраны труда и избежать штрафов.

Расчёт экономической эффективности может быть выполнен по формуле:

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) - E_n \cdot K,$$

где $\mathcal{E}$ - годовой экономический эффект, Z_1 и Z_2 - затраты до и после внедрения мер, E_n - нормативный коэффициент эффективности, K - капитальные вложения в защитные мероприятия.

Выявлены основные проблемы отрасли: Низкий КПД традиционных ТЭС: в среднем 35-40%, что приводит к нерациональному использованию топлива. Высокие экологические нагрузки: выбросы CO_2 , SO_2 , NO_2 способствуют загрязнению атмосферы и глобальному потеплению. Истощение ископаемых ресурсов: запасы угля, нефти и газа ограничены, что требует поиска альтернативных решений.

Проанализирована эффективность ключевых направлений повышения энергоэффективности: Повышение общего КПД энергоустановок до 80-90% за счёт использования «бросового» тепла для отопления и горячего водоснабжения. Снижение удельных выбросов CO_2 на 20-30%. Срок окупаемости проектов- 5 - 7 лет за счёт экономии топлива. Парогазовые установки. КПД достигает 55-60% (против 35-40% у традиционных ТЭС). Сокращение выбросов CO_2 на 30-40% благодаря более эффективному сжиганию топлива. Возможность использования природного газа как менее углеродоёмкого топлива. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Интеграция солнечных коллекторов, геотермальных систем и биомассы снижает зависимость от ископаемого топлива. При использовании биомассы выбросы CO_2 сокращаются на 50-70% по сравнению с углём. Долгосрочная экономическая выгода за счёт снижения затрат на топливо.

Цифровые технологии и автоматизация. Оптимизация режимов работы оборудования снижает потери энергии на 10-15%. Прогнозирование нагрузки и предиктивное обслуживание уменьшают аварийность и простои. Внедрение систем умного управления окупается за 3-5 лет.

Заключение. Разработанный комплекс мер по защите персонала от воздействия электромагнитного излучения новых стандартов связи позволяет: минимизировать риски для здоровья работников; обеспечить соответствие требованиям нормативно-правовых актов; создать безопасные условия труда при внедрении передовых технологий связи. Перспективные направления исследований: изучение долгосрочного воздействия ЭМИ mmWave на организм человека; разработка новых материалов для экранирования на высоких частотах; создание интеллектуальных систем мониторинга и управления уровнем ЭМИ.

Список источников:

1. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона.
2. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи.
3. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах.
4. Исследования ВОЗ по влиянию ЭМИ на здоровье человека (2021).

© Чекмарева Д.А., 2026

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА И ИХ АНАЛИЗ

Екатерина Юрьевна Шунина¹, Евгения Владимировна Кулакова²

^{1,2}ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г.Орёл, Россия

¹shunina.katerina@yandex.ru, ²EVla07@yandex.ru

Аннотация. Как только человек создал техносферу, которая постоянно растет и совершенствуется, возникло множество опасностей, которые являются техногенными. Чтобы безопасно существовать в техносфере, необходимо постоянно разрабатывать и способы защиты от них. В статье проведен анализ техногенных чрезвычайных ситуаций на основе данных МЧС России.

Ключевые слова: техносфера, техногенные опасности, статистические данные, причины чрезвычайных ситуаций, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

Для цитирования: Шунина Е.Ю., Кулакова Е.В. Чрезвычайные ситуации техногенного характера и их анализ // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 121-124.

Original article
UDC 614.8.01

MAN-MADE EMERGENCIES AND THEIR ANALYSIS

Ekaterina Yurievna Shunina ¹, Evgeniya Vladimirovna Kulakova²

^{1,2}Orel State Agrarian University, Orel, Russia

¹shunina.katerina@yandex.ru, ²EVla07@yandex.ru

Abstract. Since humanity created the technosphere, which is constantly growing and improving, numerous man-made hazards have emerged. To safely exist in the technosphere, it is necessary to constantly develop methods of protection against them. This article analyzes man-made emergencies based on data from the Russian Ministry of Emergency Situations.

Keywords: technosphere, man-made hazards, statistical data, causes of emergencies, emergency prevention measures.

For citation: Shunina E.Y., Kulakova E.V. Man-made emergencies and their analysis // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, C. 121-124.

С древних времен людям угрожали опасности природных явлений, но в последствии творцом опасностей стал сам человек, так как создал техносферу, а она в свою очередь породила опасности техногенного характера.

Человек в техносфере сталкивается с множеством опасностей, связанных с использованием технологий, машин, инфраструктуры и искусственной среды.

Чтобы безопасно существовать в техносфере, необходимо постоянно разрабатывать и способы защиты от них, так как техносфера постоянно растет, совершенствуется техника и технологии, появляется что-то новое.

В настоящее время во всем мире в целом продолжает оставаться высоким риск возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Причём тяжесть их последствий ежегодно возрастает [1,2].

Последствия техногенных ЧС могут быть крайне серьёзными и включать: гибель людей; угрозу здоровью и жизнедеятельности людей; экономические потери; экологический ущерб; миграцию населения; социальные потрясения; долгосрочные последствия. Как показывает статистика, ежегодно увеличивается число жертв и материальный ущерб.

Чрезвычайные ситуации техногенного характера в зависимости от масштабов распространения, количества людей, погибших или получивших ущерб здоровью, либо размера ущерба могут быть следующих типов: локального характера; муниципального характера; межмуниципального характера; регионального характера; межрегионального характера; федерального характера.

Статистические данные МЧС о чрезвычайных ситуациях техногенного характера и их последствиях в Российской Федерации за 2023 - 2024 года представлены в таблице 1.

Показатель	Года		Динамика
	2023	2024	
Количество ЧС	183	171	снижение на 6,6%
Погибшие, чел.	281	474	рост на 68,7%
Пострадавшие, чел.	41605	216439	рост в 5,2 раза
Спасено, чел.	2548	360	снижение в 7 раз
Материальный ущерб, тыс. руб.	16983787	16321008	снижение на 3,9%

Как видно из таблицы, число техногенных ЧС в 2024 году по сравнению с 2023 годом снизилось на 6,6%, однако число погибших и пострадавших значительно возросло - наблюдается критический рост тяжести последствий ЧС. Это говорит о том, что произошедшие ЧС затронули значительно большее число людей [1].

Спасено 360 человек, что составляет всего 2% от общего числа спасенных, так как основная доля спасенных приходится на природные ЧС. По сравнению с 2023 годом, количество спасенных уменьшилось в 7 раз.

Ущерб от техногенных ЧС в 2024 году составил порядка 16,32 млрд рублей - это 23% от общего материального ущерба.

Если говорить о распределении по видам техногенных ЧС, то основное количество составляют пожары (порядка 57% от общего числа ЧС), основные причины – это неисправности электропроводки и нарушение правил эксплуатации оборудования. Далее идут транспортные аварии (порядка 25%), последние годы фиксируется более 100 тысяч ДТП в России, железнодорожных аварий наблюдается порядка 15-20, на авиатранспорте порядка 10 - 15 серьезных инцидентов ежегодно. Следующими идут аварии в жилищно-коммунальных хозяйствах (ЖКХ), которые составляют порядка 10-15%, сюда относятся взрывы бытового газа, аварии, связанные с износом газовых сетей. Промышленные аварии составляют порядка 8-12%.

По данным официальных отчетов МЧС РФ, регионами с наибольшим количеством техногенных ЧС являются: Московская область, Свердловская область, Краснодарский край, Ростовская область, Красноярский край.

Анализ статистических данных показывает, что подавляющее большинство техногенных чрезвычайных ситуаций обусловлено тремя ключевыми факторами:

1. Человеческий фактор (до 60–75 %) - ошибки операторов и персонала при выполнении регламентных работ; нарушение трудовой дисциплины и правил требований безопасности; недостаточная квалификация и низкий уровень культуры безопасности [3].

2. Технический фактор (до 20–30 %) - износ оборудования, материалов и конструкций (особенно актуально для объектов с длительным сроком эксплуатации); производственный брак или дефекты при проектировании; недостаточная надежность систем автоматического контроля и защиты [4].

3. Организационный фактор (до 10–15 %) - неэффективное управление промышленной безопасностью; слабое техническое перевооружение и недостаточное финансирование мер по предотвращению аварий; несовершенство нормативно-правовой базы или недостаточное ее исполнение.

Необходимо своевременно разрабатывать и реализовывать меры по предупреждению ЧС техногенного характера, которые включают:

- мониторинг и прогнозирование ЧС;
- рациональное размещение производственных сил по территории страны с учётом природной и техногенной безопасности;
- разработка и осуществление инженерно-технических мероприятий, направленных на предотвращение ЧС;
- повышение технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надёжности оборудования и другие.

Кроме того, необходимо осуществлять подготовку населения в области защиты от ЧС и подготовку объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях ЧС.

Если все-таки не удалось предотвратить ЧС, то необходимо, как можно быстрее приступить к ее ликвидации, чтобы предотвратить увеличения масштабов и потерь.

Этапами ликвидации чрезвычайной ситуации являются следующие:

- выполняются мероприятия по защите населения и уменьшению воздействия поражающих факторов ЧС;
- проводятся аварийно-спасательные, аварийно-восстановительные и другие неотложные работы.
- решаются задачи по первоочередному жизнеобеспечению населения в пострадавших районах и проводятся аварийно-восстановительные работы.

В заключении отметим следующее, техногенные чрезвычайные ситуации представляют собой одну из самых серьезных угроз для современного общества. Анализ показывает, что большинство катастроф происходит из-за сочетания износа оборудования и человеческого фактора.

Последствия таких событий не ограничиваются материальным ущербом: они включают в себя долгосрочное загрязнение окружающей среды и глубокие социальные и психологические травмы.

Эффективное управление чрезвычайными ситуациями техногенного характера возможно только при условии перехода от реактивного реагирования к проактивному управлению безопасностью, основанному на глубоком анализе рисков, постоянной модернизации технологий и формировании высокой культуры безопасности на всех уровнях – от руководства предприятий до рядового персонала. Необходимо предотвратить чрезвычайную ситуацию, чем ее ликвидировать!

Список источников:

1. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. URL: <https://mchs.gov.ru/>.
2. Яковлева, Е. В. Учебное пособие "Безопасность и жизнедеятельности" / Е. В. Яковлева, Е. В. Кулакова. – Орел: Издательство Картуш, 2017. – 219 с.
3. Лопатин, И. В. Безопасность и человеческий фактор в АПК / И. В. Лопатин, Е. В. Кулакова // Профессия инженер: Сборник статей по материалам XI Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Орел, 14 апреля 2023 года / Под общей редакцией А.Л. Севостьянова. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 675-679.
4. Троценко, Е. В. Совершенствование систем мониторинга безопасности газопроводов / Е. В. Троценко, Е. В. Кулакова // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы IX Международной научно-практической конференции, Саратов, 27–28 апреля 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. – С. 170-174.

© Шулнина Е.Ю., Кулакова Е.В., 2026

РАЗДЕЛ VI
Проблемы применения машин природообустройства

Научная статья
УДК 631.3: 621.375.826

**УВЕЛИЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РЕСУРСА ЛЕСНОГО ПЛУГА
ПКЛ 70А ЛАЗЕРНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ ЛЕМЕХА**

**Владимир Васильевич Быков¹, Михаил Иванович Голубев²,
Борис Евгеньевич Луканин³, Алексей Васильевич Матросов⁴**
^{1,2,3,4}МГТУ им. Н.Э. Баумана, Мытищинский филиал, г. Мытищи, Московская
область, Россия
¹bykovvv@bmstu.ru, ²golubevmi@bmstu.ru, ³boris.lukanin@yandex.ru,
⁴matrosov@bmstu.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос увеличения эксплуатационного ресурса лесного плуга ПКЛ 70А лазерным упрочнением.

Ключевые слова: лесной плуг, эксплуатация, лемех, износ, ресурс, упрочнение, лазер.

Для цитирования: Быков В.В., Голубев М.И., Луканин Б.Е., Матросов А.В. Увеличение эксплуатационного ресурса лесного плуга ПКЛ 70А лазерным упрочнением лемеха // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 125-128.

Original article
UDC 631.3: 621.375.826

**INCREASING THE OPERATIONAL RESOURCE OF THE PKL 70A
FOREST PLOW BY LASER HARDENING OF THE PLOWSHARE**

**Vladimir Vasilievich Bykov¹, Mikhail Ivanovich Golubev²,
Boris Evgenievich Lukanin³, Alexey Vasilyevich Matrosov⁴**
^{1,2,3,4}MGTU named after. N.E. Bauman, Mytishchi branch, Mytishchi, Moscow
region, Russia
¹bykovvv@bmstu.ru, ²golubevmi@bmstu.ru, ³boris.lukanin@yandex.ru,
⁴matrosov@bmstu.ru

Abstract. The article discusses the issue of increasing the operational resource of the PKL 70A forest plough by laser hardening of the plowshare.

Keywords: forest plow, operation, plowshare, wear, resource, hardening, laser.

For citation: Bykov V.V., Golubev M.I., Lukanin B.E., Matrosov A.V. Increasing the operational resource of the PKL 70A forest plow by laser hardening of the plowshare // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 125-128.

В Стратегии развития лесной отрасли до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 г. № 312-р) указано, что одной из проблем, сдерживающей развитие лесного комплекса, является недостаточный уровень материально-технического, научного и кадрового обеспечения. Работающий парк машин и оборудования имеет большой износ, а зачастую морально устарел. Требуется активная техническая и технологическая модернизация лесохозяйственного производства. Однако оборудование российских производителей уступает зарубежным аналогам по надежности, производительности, универсальности, удобству и простоте эксплуатации, сервисному обслуживанию. Это относится и к почвообрабатывающей технике.

Традиционно в лесном хозяйстве для обработки почвы используют лемешные плуги специального назначения, у которых режущие рабочие органы (лемеха) подвергаются активному абразивному износу. Лесной плуг ПКЛ 70А агрегируется с тракторами МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-1221 и др. [1]. Он предназначен для подготовки почвы под посадку лесных культур на непокрытых лесом площадях различной степени задернения и нераскорчёванных вырубках, очищенных от порубочных остатков и обеспечивающих по наличию, расположению и габаритным размерам пней проходимость машинно-тракторного агрегата, а также по расчищенным полосам шириной 3,5...4 м. Используется также для создания противопожарных полос.

Плуг снабжен двумя полувинтовыми отвалами, лемехами из специальной термообработанной стали. В процессе их использования происходит износ режущей кромки лемеха. Для увеличения эксплуатационного ресурса лемеха в процессе обработки почвы необходимо обеспечить равномерное распределение износа по всей поверхности режущей части [2]. В связи с изменениями размеров и геометрической формы лемехов, эксплуатируемых в условиях абразивной среды, возникает необходимость разработки технологий их упрочнения. Для этих целей применяют плазменную наплавку порошковых материалов, химическое нанесение твердых сплавов на лезвие, термоконтактное плакирование с направленной кристаллизацией и другие способы [3]. Перспективным направлением увеличения эксплуатационного ресурса лемехов лесных плугов является использование лазерных технологий [4,5]. Специалистами ООО НТО «ИРЭ-Полюс» и МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана разработана технология лазерного упрочнения лемеха лесного плуга из стали 65Г [6].

Зона лазерного упрочнения лемеха показана на рис. 1.

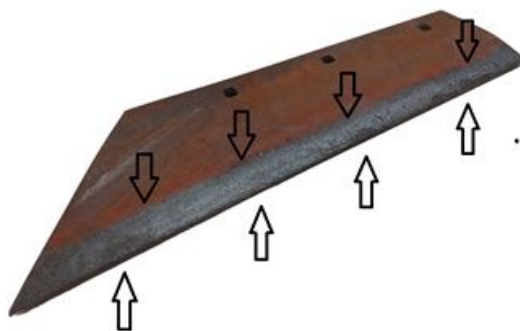


Рис. 1. Зона лазерного упрочнения лемеха плуга

Перед началом лазерной термической обработки поверхности должны быть очищены от загрязнений, окалины и ржавчины, проводится контроль качества поверхности на предмет наличия масляных пятен, коррозии и других загрязнений.

Схема установки для лазерного упрочнения показана на рис. 2, а основные параметры в табл. 1.

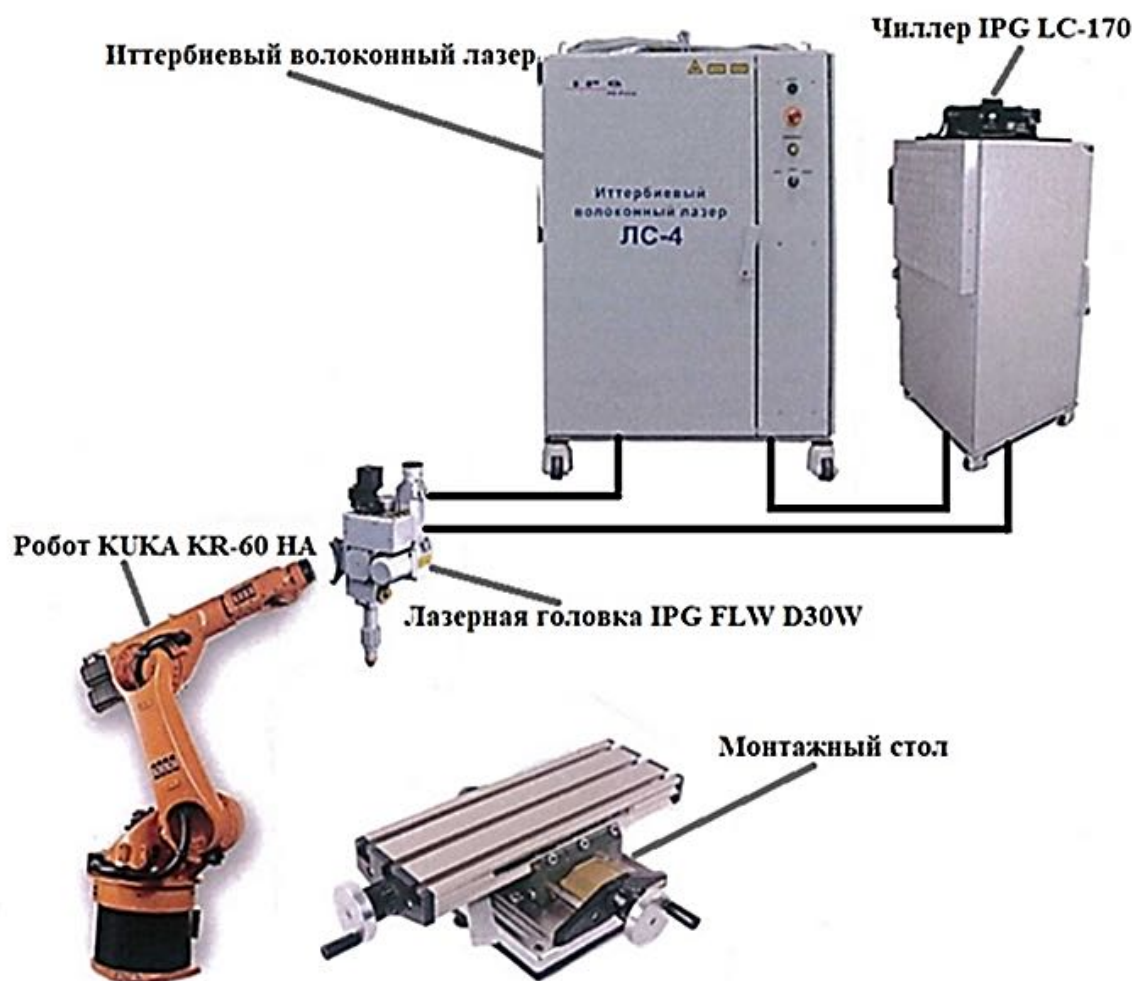


Рис. 2. Схема установки для лазерного упрочнения

Таблица 1. Основные параметры режима лазерного упрочнения

Режим упрочнения	Способ охлаждения	Мощность излучения, кВт	Скорость перемещения луча, мм/с	Амплитуда колебания луча, мм	Фокус, мм	Частота колебания, Гц
Линейный режим	Воздух	2,25	10	10	125	100

Список источников:

1. Плуг лесной ПКЛ-70А [Электронный ресурс] URL: <https://kupit-minitraktor.ru/navesnoe-oborudovanie/plugi/plug-lesnoy-pkl-70a> (дата обращения 29.04.2026).
2. Луканин Б.Е., Голубев М.И. Преимущества технологии лазерного термоупрочнения лемеха лесного плуга из стали 65Г // Системы. Методы. Технологии. – 2024. – № 3 (63). – С. 145-151
3. Голубев И.Г., Быков В.В., Голубев М.И. Анализ упрочняющих технологий при изготовлении рабочих органов зарубежной почвообрабатывающей техники // В сборнике: Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. Материалы XVI Международной научно-практической интернет-конференции. Москва, 2024. – С. 412-416.
4. Шахов В.А., Учкин П.Г., Затин И.М., Голубев М.И. Разработка технологии восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин лазерной наплавкой // Российская сельскохозяйственная наука. – 2024. – № 5. – С. 57-61.
5. Шахов В.А., Учкин П.Г., Затин И.М., Голубев М.И. Разработка технологической линии восстановления лемехов плугов лазерной наплавкой // Достижения науки и техники АПК. – 2025. – Т. 39. – № 12. – С. 76-80.
6. Быков В.В., Голубев М.И., Луканин Б.Е., Криворотов В.И., Матросов А.В. Оценка рабочего ресурса стали 65Г после термоупрочнения по величине коэрцитивной силы // Техника и оборудование для села. – 2025. – № 2 (332). – С. 34-38.

© Быков В.В., Голубев М.И., Луканин Б.Е., Матросов А.В., 2026

РАЗДЕЛ VII

Пожарная безопасность лесов и промышленных объектов

Научная статья
УДК 614.841:699.81

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ АДАПТАЦИИ СТАНДАРТОВ И МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

Сергей Александрович Анисимов¹, Ксения Андреевна Козырева²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹asa.sgau@mail.ru, ²ksenya.kozyreva.05@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается необходимость адаптации стандартов и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности к глобальным изменениям климата. Приведены ключевые климатические факторы, повышающие пожарные риски. Представлен ряд направлений совершенствования нормативной базы и мероприятий по пожарной безопасности. Статья подчеркивает важность своевременных изменений в законодательстве и технологиях для минимизации угроз жизни людей, экосистемам и экономике.

Ключевые слова: пожарная безопасность, изменение климата, лесные пожары, нормативные стандарты, противопожарные мероприятия.

Для цитирования: Анисимов С.А., Козырева К.А. Об особенностях адаптации стандартов и мероприятий по пожарной безопасности к изменяющимся климатическим условиям // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 129-133.

Original article
UDC 614.841:699.81

ON THE SPECIFICS OF ADAPTING FIRE SAFETY STANDARDS AND MEASURES TO CHANGING CLIMATIC CONDITIONS

Sergey Alexandrovich Anisimov², Ksenia Andreevna Kozyreva²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹asa.sgau@mail.ru, ²ksenya.kozyreva.05@mail.ru

Abstract. The article discusses the need to adapt fire safety standards and measures to global climate change. The key climatic factors that increase fire risks are given. A number of ways to improve the regulatory framework and fire safety measures are presented. The article highlights the importance of timely changes in legislation and technology to minimize threats to human life, ecosystems, and the economy.

Keywords: fire safety, climate change, forest fires, regulatory standards, fire prevention measures.

For citation: Anisimov S.A., Kozyreva K.A. On the specifics of adapting fire safety standards and measures to changing climatic conditions // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 129-133.

Изменение климата является одной из глобальных проблем XXI века. Рост температур, учащение экстремальных погодных явлений (засухи, ураганы, аномальная жара) требуют пересмотра существующих стандартов пожарной безопасности.

Современные нормативы зачастую разрабатывались в условиях стабильного климата и не учитывают новых рисков. В связи с этим необходимо адаптировать правила, технологии и инфраструктуру, чтобы минимизировать угрозы для людей, экосистем и экономики.

Климатические изменения оказывают следующее влияние на пожарную опасность [1, 2].

1. Увеличение пожароопасных периодов:

- из-за потепления сезон лесных и ландшафтных пожаров становится длиннее. В некоторых регионах он теперь может длиться не 3–4 месяца, а 6–8;
- учащаются "мегапожары" – катастрофические возгорания, охватывающие огромные территории.

2. Изменение географии пожаров: раньше зоны высокого риска ограничивались традиционно засушливыми регионами, но теперь масштабные пожары возникают в неожиданных местах, включая северные леса и тундру.

3. Рост интенсивности пожаров:

- высокие температуры и сухие ветра делают огонь более агрессивным и непредсказуемым;
- увеличивается количество "огненных штормов" – пожаров, создающих собственные погодные системы.

4. Активная урбанизация

- населенные пункты расширяются и все больше приближаются к природным зонам;
- интенсивное развитие пригородов увеличивает потребность в модернизации противопожарных норм, чтобы предотвратить переход огня с природных территорий на жилые зоны.

Указанные факторы продиктовали следующие основные направления изменений стандартов пожарной безопасности.

1. Обновление нормативной базы:

- пересмотр категорий пожароопасности с учетом новых климатических данных;
- введение динамических ограничений;
- ужесточение требований к инфраструктуре в зонах повышенного риска (огнестойкие материалы, увеличенные противопожарные разрывы).

2. Развитие систем мониторинга и прогнозирования:

- внедрение искусственного интеллекта и совершенствование спутниковых технологий для раннего обнаружения возгораний;
- создание климатически адаптированных карт рисков, обновляемых в реальном времени.

3. Модернизация противопожарной инфраструктуры:

- увеличение количества пожарных водоемов и противопожарных полос в лесах;
- развитие мобильных систем тушения (дроны, роботизированные установки);
- обязательное оснащение населенных пунктов системами оповещения о приближении огня.

4. Обучение и информирование населения:

- проведение регулярных учений по эвакуации в пожароопасных регионах;
- разъяснительные кампании о новых правилах поведения в условиях повышенной пожарной опасности.

В условиях растущей климатической нестабильности требования к пожарной технике и оборудованию становятся более жесткими, чтобы соответствовать новым рискам. Требуется увеличение мощности и устойчивости оборудования к резким изменениям температуры и защита от перегрева, чтобы системы могли эффективно выполнять свою функцию в условиях глобального потепления и учащения засух.

Использование ИИ в области пожарной безопасности даёт значительное преимущество – раннее выявление возгораний. Алгоритмы машинного обучения способны с высокой скоростью и точностью анализировать информацию, полученную от датчиков, камер видеонаблюдения и прочих устройств, и обнаруживать первые признаки пожара. Эти системы используют исторические данные о пожарах, климатические показатели и показатели окружающей среды для создания точных прогнозов. Благодаря этому можно быстро среагировать на опасность и принять меры по тушению огня ещё до того, как ситуация выйдет из-под контроля [3].

В последние годы в России активно внедряются новые стандарты и нормы, адаптированные к изменяющимся климатическим условиям. Эти изменения касаются повышения требований к строительным материалам, системам пожаротушения и мониторинга, а также к проектированию и эксплуатации зданий и сооружений в условиях повышенной пожароопасности.

Основные изменения коснулись СНИПов, СП и ГОСТов, которые теперь учитывают растущие риски, вызванные изменением климата. Согласно новым требованиям, строительные объекты, особенно в пригородных и лесных зонах, должны оснащаться огнестойкими материалами и противопожарными

барьерами для защиты от возможного распространения пожаров. Применение высокотемпературоустойчивых и негорючих материалов теперь стало обязательным для зданий и сооружений, расположенных в регионах с высоким уровнем пожароопасности, таких как Сибирь, Дальний Восток и южные районы России.

Новые стандарты также предусматривают использование технологий дистанционного мониторинга на базе спутниковых систем и беспилотных летательных аппаратов для оперативного контроля за ситуацией в труднодоступных и удаленных регионах, подверженных природным возгораниям. Современные нормативные документы предписывают обязательное использование таких систем в районах с высоким уровнем риска возникновения природных пожаров.

Климатические изменения кардинально трансформируют принципы строительного проектирования, вынуждая внедрять инновационные архитектурные и инженерные подходы. Повышение температурного фона, учащение засушливых периодов и рост числа стихийных бедствий (включая масштабные лесные пожары) диктуют потребность в создании зданий, которые смогут противостоять этим вызовам и снизить потенциальные риски для людей и инфраструктуры.

В архитектурные проекты добавляют элементы для предотвращения распространения огня: противопожарные барьеры, огнеупорные зоны и термостойкие фасады. В местах с высоким риском лесных пожаров здания строят так, чтобы исключить прямой контакт с горючими растениями. Кровли и наружные стены при этом выполняют из негорючих материалов.

Подходы к проектированию эвакуационных маршрутов и планированию безопасных выходов из зданий меняются с учётом климатических изменений. Эвакуационные пути разрабатываются с учётом возможных экстремальных условий, таких как сильный ветер или жара. Это подразумевает защиту путей от внешних воздействий и повышение их устойчивости к неблагоприятным климатическим явлениям. Например, в современных зданиях создаются изолированные эвакуационные коридоры, защищённые от огня и высоких температур, а также обеспечивается вентиляция для предотвращения задымления. При экстремально высоких температурах важную роль играет использование систем охлаждения и климат-контроля на эвакуационных маршрутах, что позволяет избежать перегрева и обеспечить комфортное перемещение людей. Эвакуационные лестницы и выходы проектируются с учётом устойчивости к экстремальным погодным условиям, включая дождь, снег и ветер.

При планировании эвакуационных маршрутов применяются технологии для мониторинга и управления доступом к путям эвакуации в режиме реального времени. Это позволяет автоматически корректировать доступ к различным маршрутам в зависимости от ситуации и оптимизировать поток людей, ускоряя их эвакуацию. Такие решения особенно важны для зданий в районах с нестабильным климатом, где грамотное и быстрое планирование эвакуации становится ключевым фактором безопасности [4].

Таким образом, климатические изменения стали одним из факторов пересмотра и адаптации действующих стандартов пожарной безопасности. Это включает в себя не только обновление нормативных актов, но и внедрение новых архитектурных решений, использование современных технологий мониторинга и автоматизации, а также разработку эффективных систем пожаротушения. Применение огнестойких материалов, грамотное планирование эвакуационных маршрутов и интеграция инновационных решений в здания становятся важнейшими элементами обеспечения безопасности.

Список источников:

1. Кутлуахметов Р.Р. Анализ влияния изменения климата на природные пожары (на примере Российской Федерации и ряда зарубежных стран) / Р.Р. Кутлуахметов, С.Г. Аксенов // Экономика строительства. – 2023. – № 9. – С. 92-94.
2. Wasserman, T.N., Mueller, S.E. Climate influences on future fire severity: a synthesis of climate-fire interactions and impacts on fire regimes, high-severity fire, and forests in the western United States. *Fire Ecol* 19, 43 (2023).
3. Молчанова А.С., Шидловский Г.Л. Использование технологий искусственного интеллекта для повышения уровня противопожарной защиты общественных зданий [Электронный ресурс] // Актуальные исследования. 2025. URL: <https://apni.ru/article/11469-ispolzovanie-tehnologij-iskusstvennogo-intellekta-dlya-povysheniya-urovnnya-protivopozharnoj-zashity-obshestvennyh-zdanij> (дата обращения: 14.04.2026).
4. Влияние климатических изменений на стандарты пожарной безопасности: сайт. URL: <https://ppb-moscow.ru/blog/vliyanie-klimaticheskikh-izmenenij-na-standarty-pozharnoj-bezopasnosti.html> (дата обращения: 14.04.2026).

© Анисимов С.А., Козырева К.А.

Научная статья
УДК 630*371. 630*375.9

**Илья Алексеевич Лобанов¹, Александр Васильевич Тютин²,
Ольга Александровна Ивченко³, Кирил Евгеньевич Панкин⁴**

^{1,2,3,4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

²aleksandartiutin@yandex.ru, ³olgalexan607@mail.ru, ⁴texmexium@mail.ru

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о выявлении наиболее пригодных конструкций беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для организации обнаружения лесных пожаров. Для выбора конструкции были применены следующие критерии - тип (самолетный или с вертикальным взлетом), тип силовой установки. Для выбора конструкции с эксплуатационной точки зрения рассматривались следующие критерии: дальность и длительность полета, расход топлива/энергии. Показано, что наиболее пригодной с технической и эксплуатационной точек зрения является конструкция БПЛА самолетного типа, оснащенного двигателем внутреннего сгорания. Экономическая оценка эксплуатации собственного парка БПЛА для обнаружения лесных пожаров многократно дешевле заказа таких услуг у сторонних организаций.

Ключевые слова: лесной пожар, наблюдение за лесными пожарами, беспилотные летательные аппараты.

Для цитирования: Лобанов И.А., Тютин А.В., Ивченко О.А., Панкин К.Е. Технические и эксплуатационные требования к беспилотным летательным аппаратам для обнаружения лесных пожаров // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 134-141.

Original article
UDC 630*371. 630*375.9

**Ilya Alekseevich Lobanov¹, Alexander Vasilyevich Tyutin²,
Olga Aleksandrovna Ivchenko³, Kirill Evgenievich Pankin⁴**

^{1,2,3,4}N.I. Vavilov Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering, Saratov, Russia.

²aleksandartiutin@yandex.ru, ³olgalexan607@mail.ru, ⁴texmexium@mail.ru

TECHNICAL AND OPERATIONAL REQUIREMENTS FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR FOREST FIRE DETECTION

Annotation. This article is devoted to the identification of the most suitable unmanned aerial vehicle (UAV) designs for forest fire detection. The following criteria were used to select the design: type (airplane or vertical takeoff) and propulsion type. For operational selection, the following criteria were considered: flight range and endurance, and fuel/energy consumption. It is shown that an airplane-type UAV equipped with an internal combustion engine is the most suitable design from a technical and operational standpoint. An economic assessment of operating an in-house UAV fleet for forest fire detection is significantly cheaper than outsourcing such services.

Keywords: wild fire, wild fire monitoring, unmanned aerial vehicles.

For citation: Lobanov I.A., Tyutin A.V., Ivchenko O.A., and Pankin K.E. Technical and Operational Requirements for Unmanned Aerial Vehicles for Detecting Forest Fires // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference. Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 134-141.

Борьба с лесными пожарами – важная задача государстве, общества и отдельного гражданина во всех странах богатых лесными ресурсами. К таким странам относится Российская Федерация, лесистость территории которой составляет 46%. Борьба с пожарами немыслима без эффективной системы наблюдения, мониторинга и прогнозирования обстановки. В настоящее время, наблюдение за обстановкой в лесах осуществляется несколькими способами: патрулированием лесных массивов, наблюдением со стационарных наблюдательных постов или организацией видеонаблюдения с антенн сотовой связи, спутниковый мониторинг и т.п. С развитием беспилотных транспортных средств, в частности, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) появилась возможность применять их для лесной таксации, оценки потребностей в лесоразведении и лесовосстановлении. Перспективным также является применение БПЛА для охраны лесов от незаконной деятельности, а также обнаружения мест возникновения лесных пожаров и развития пожарной обстановки.

Для наблюдения за лесными пожарами используют разные способы, которые историческим можно разделить на уровни: (1) наземное патрулирование силами сотрудников лесничеств и лесхозов; (2) организация наблюдения со стационарных постов; (3) организация наблюдения за местностью в автоматическом режиме со стационарных постов исключая присутствие на них человека; (4) организация наблюдения за местностью в автоматическом режиме с вышек сотовой связи, расположенных в населенных пунктах и вдоль автомагистралей; (5) спутниковая система обнаружения лесных пожаров; (6) применение летательных аппаратов для патрулирования лесных массивов, включая беспилотные.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), также называемые "дроны", набирают популярность и стали неотъемлемой частью многих сфер жизнедеятельности человека [1-4] благодаря своей доступности и

многофункциональности. Рассмотрим ключевые сферы их применения, а также инновационные примеры использования:

- Военная сфера: для разведывательных и боевых миссий.
- Спасательные миссии: поиск пропавших людей, экстренная помощь пострадавшим.
- Службы специального назначения: слежка и мониторинг в критических ситуациях.
- Нужды МЧС: наблюдение за природными и техногенными бедствиями.
- Лесное хозяйство: мониторинг лесных массивов и обнаружение пожаров.
- Нефтегазовый сектор и трубопроводный транспорт: инспекция и контроль за состоянием магистралей.
- Энергетика и связь: обследование инфраструктуры, поиск повреждений.
- Землеустройство и кадастр: геодезические и картографические работы.
- Дорожное хозяйство: контроль и анализ дорожного трафика.
- Сельское хозяйство: удобрение, обработка посевов и мониторинг урожая.
- Охрана окружающей среды: контроль за состоянием природных объектов.
- Охранная деятельность: обеспечение безопасности объектов и территорий.

Полеты по обеспечению противодействия незаконной хозяйственной деятельности выполняются на высоте 600...800 м. В качестве патрульных карт используются топографические карты масштаба 1:100000–1:200000 или их копии. На карту наносятся действующие лесосеки, переданные в аренду участки лесного фонда. В процессе полета, после взлета и набора высоты, оператор путем просмотра видеоизображения, передаваемого с БПЛА в режиме реального времени, ведет наблюдение за пролетаемой местностью. При этом видеокамеру БПЛА следует устанавливать таким образом, чтобы обеспечивался обзор пролетаемой местности с частичной видимостью горизонта [5].

Конструкций БПЛА относятся ко многим разным типам. Тем не менее, из всего многообразия конструкций можно выделить две, принципиально различающиеся между собой – вертолетный и самолетный тип (см. рис. 1 и 2).



Рис. 1. БПЛА самолетного типа



Рис. 2. БПЛА с вертикальным взлетом (вертолетного типа)

Обеспечение взлета и посадки. БПЛА самолетного типа для своего взлета требуют либо площадки для разбега и набора скорости взлета, либо применения специального катапультирующего устройства (рис. 3). Вертолетный тип БПЛА не нуждается в использовании аэродрома и способен взлетать в любой географической точке с любой открытой площадки в 3-5 м² (рис. 4).



Рис. 3. Катапультирование БПЛА самолетного типа



Рис. 4. Запуск FPV-дрона (вертолетного типа)

Беспилотные летательные аппараты оснащены легкой композитной рамой, к которой крепятся следующие элементы [6]:

- полетный контроллер. Принимает и перенаправляет сигналы с пульта управления или бортового компьютера на другие элементы конструкции;
- двигатели, оснащенные пропеллерами и регуляторами оборотов;
- литий полимерная (LiPo) аккумуляторная батарея, иногда используют литий-ионные (Li-Ion) батареи. Длительность полета напрямую зависит от емкости аккумулятора;
- дополнительное оборудование (тепловизоры, спектральные камеры, грузовые платформы и др.);

Посадка БПЛА различного типа также обладает своими особенностями. Самолетного типа БПЛА выключают двигатель и осуществляют приземление на парашюте, БПЛА вертолетного типа снижаются и приземляются либо на заданной площадке, либо просто на поверхность земли.

Тип силовой установки БПЛА. Современные БПЛА могут быть оснащены двумя типами силовых установок: двигателем внутреннего сгорания и электрическим двигателем.

Развитие современной техники позволяет устанавливать на беспилотные аппараты два типа силовых установок (СУ) – внутреннего сгорания (ДВС) и электрические (ЭлД). Оба этих типа силовых установок обладают своими преимуществами и недостатками, которые перечислены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение параметров БПЛА

Параметр	ДВС	ЭлД
Масса БПЛА, кг	до 30	до 30
Скорость, км/ч	до 150	до 130

Частота оборотов, об/мин	10-12 тыс.	10-12 тыс.
Расход топлива/энергии	до 2 л/ч	150-300 Вт/ч км
Мощность СУ, кВт	до 22	до 0.3
Масса СУ, кг	до 6	до 20
Запас топлива/энергии	до 15 л	до 7,5 кВт
Дальность действия	до 100 км	20-25 км

Для приведения в действие силовой установки требуется энергия. Для ДВС она находится в применяемом топливе (бензине или керосине), располагающимся в специальном топливном баке. Для ЭлД требуется электрическая энергия, накапливаемая в аккумуляторной батарее. Масса БПЛА оснащенного электрическим двигателем всегда остается постоянной, т.к. масса аккумуляторной батареи не зависит от ее заряда. В противоположность этому БПЛА, оснащенные ДВС по мере расходования топлива (автомобильный бензин) становятся все легче и легче. Следует отметить, что все типы летательных аппаратов тяжелее воздуха летят тем быстрее, чем они легче.

В случае организации полетов БПЛА в рамках законодательства [7-8] высота ограничивается 150 метрами. Проведем сравнение технических возможностей БПЛА оснащенных ДВС и ЭлД. Для этого создадим маршрут движения БПЛА по следующей схеме (см. рис. 5).

В этом, случае результаты расчетов дальности полета по замкнутой траектории для БПЛА самолетного типа, оснащенного ДВС представлено в табл. 2, а для оснащенного ЭлД представлено в табл. 3.

Из представленных данных видно, что при таких параметрах состояния окружающей среды БПЛА(ДВС) способен продержаться в воздухе около 8-ми часов. Он выполнит полетное задание за 4,58 ч, пролетит 700 км при этом он израсходует только 54 % топлива и при посадке в его баке останется 6,95 л.

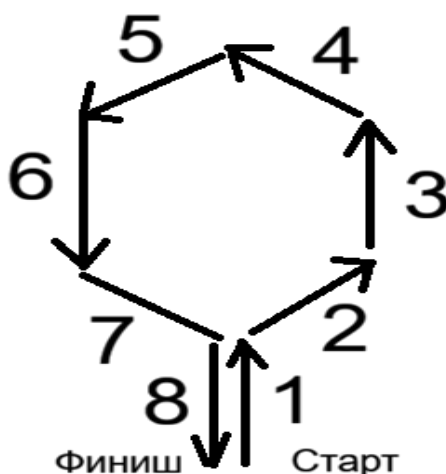


Рис. 5. Маршрут движения БПЛА для патрулирования лесной местности
Длины участков составляют: 1,8 – 50 км, 2-7 – 100 км

Таблица 2. Параметры полета БПЛА оснащенного ДВС

Параметр	Взлет	Набор высоты	Уч. №1	Уч. №2	Уч. №3	Уч. №4	Уч. №5	Уч. №6	Уч. №7	Уч. №8
Высота, м	0	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Угол к горизонту	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Время, ч	0	0,0014	0,30	0,91	1,51	2,12	2,78	3,54	4,20	4,58
Время, с	0	5	1071,4	2205,7	2142,9	2205,2	2382,2	2727,3	2382,2	1363,6
Ср. скор, км/ч	0	100	150	150	150	150	150	150	150	150
Ср. скор БПЛА, м/с	0	27,8	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7
Ср. скор полета, м/с	0	32,8	46,7	45,3	46,7	45,3	42,0	36,7	42,0	36,7
Расстояние, м	0	163,9	50 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	50 000
Запас топлива, л	15	15,00	14,52	13,54	12,59	11,61	10,55	9,03	7,71	6,95
Мощность СУ, %	100	80	80	80	80	80	100	100	100	100
Расход топлива, л/ч	2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	2	2	2	2
Направление ветра	180	180	180	135	180	225	270	360	270	360
Скорость ветра, м/с	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Таблица 3. Параметры полета БПЛА оснащенного ЭЛД

Параметр	Взлет	Набор высоты	Уч. №1	Уч. №2	Уч. №3	Уч. №4	Уч. №5	Уч. №6	Уч. №7	Уч. №8
Высота, м	0	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Угол к горизонту	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Время, ч	0	0,0019	0,35	1,07	1,77	2,50	3,29	4,22	5,01	5,48
Время, с	0	7	1258,7	2603,0	2517,5	2602,3	2849,6	3364,5	2849,6	1682,2
Ср. скор, км/ч	0	65	125	125	125	125	125	125	125	125
Ср. скор БПЛА, м/с	0	18,1	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7
Ср. скор полета, м/с	0	23,1	39,7	38,4	39,7	38,4	35,1	29,7	35,1	29,7
Расстояние, м	0	161,4	50 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	50 000
Заряд батареи, кВт/ч	7500	7499,92	3304,12	270,30	-	-	-	-	-	-
Мощность СУ, %	100	80	80	80	80	80	100	100	100	100
Расход энергии, Вт/км ч	0	0,075	4195,8	17353,4	16783,2	17348,9	23747,0	28037,4	23747,0	7009,3
Направление ветра	180	180	180	135	180	225	270	360	270	360
Скорость ветра, м/с	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Видно, что ЭлД серьезно проигрывает ДВС по скорости и расходу энергии. Так с аккумуляторной батареей емкостью 7,5 кВт БПЛА(ЭлД) продержится в воздухе только 1,07 часа полетов при этом 150 км.

Расходы на содержание в первый год собственного парка БПЛА в лесничествах Саратовской области представлены в табл. 4.

Таблица 4. Расходы на наблюдение за лесными пожарами и содержание БПЛА в лесничествах/лесхозах Саратовской области в первый год.

Расходная статья	Общая цена, руб
БПЛА (Геоскан 701)	260000000
Бензин(Аи-95)	351000
ДВС для БПЛА	7800000
Оператор (обуч)	1820000
Операторы з/п	1300000
Операторы п/н	169000
Операторы есн	507000
Итого:	271947000

Второй и последующий годы расходы на аэрофотосъемку в значительной степени уменьшатся, т.к. не нужно будет закупать сами БПЛА см. табл. 5.

Таблица 5 - Расходы на наблюдение за лесными пожарами и содержание БПЛА в лесничествах/лесхозах Саратовской области за второй и последующий годы

Расходная статья	Общая цена, руб
Бензин(Аи-95)	351000
ДВС для БПЛА	7800000
Операторы з/п	1300000
Операторы п/н	169000
Операторы есн	507000
Итого:	10127000

Исходя из этого, на период в 10 лет приобретение и эксплуатация собственного парка БПЛА составит 363090000 руб. Действительно сумма значительная, однако, согласно исследованию [9] сегмент – «аэрофотосъемка лесных территорий: рынок аэрофотосъемки для мониторинга и обследования инфраструктуры, местности». Введем релевантную информацию для оценки емкости сегментов данного рынка. Услуга аэрофотосъемки местности и объектов масштабом 1:5000 применяется для проведения кадастровых работ, межевания участков, мониторинга состояния инженерных сетей, лесов (теплосети, электросети, нефтепроводы, лесные угодья). Стоимость услуги аэрофотосъемки местности и объектов масштабом 1:5000 составляет от 13 000 руб./км² (1 квадратный километр = 100 гектар) с построением 3D-модели. Основываясь на данной информации, максимальная прогнозная емкость сегмента аэрофотосъемки лесных (в зависимости от выборки) участков для Саратовской области представлена в табл. 6.

Таблица 6 - Прогнозная емкость сегмента аэрофотосъемки лесных (в зависимости от выборки) участков для Саратовской области

Услуга	Стоимость за единицу, руб/км ²	Площадь лесных угодий, га	Площадь лесных угодий, км ²	Общая цена, руб
Аэрофотосъемка	13000	737500	7375	95875000

Видно, что однократная аэрофотосъемка обойдется бюджету лесного хозяйства в 95810000 руб. (≈96 млн руб.). Если сравнить затраты на однократную аэрофотосъемку лесной местности с результатами, представленным в табл. 5, то станет видно, что за эту сумму можно будет произвести аэрофотосъемку лесных территорий только 3,78 раза, что не сможет обеспечить эффективность решения задачи обнаружения лесных пожаров. Таким образом, затраты на приобретение и эксплуатацию БПЛА на период 10 лет окупятся за менее, чем за один сезон.

Список литературы:

1. Кузнецов А.В., Топольский Н.Г., Баканов М.О. Технологии дистанционного мониторинга крупных пожаров с использованием беспилотных авиационных систем. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 124 с.
2. Куницкая О.А., Иванов К.Л., Должиков И.С., Михайлова Л.М., Григорьев И.В. Использование беспилотных транспортно-технологических комплексов в лесном и садово-парковом хозяйстве // Вестник АГАТУ. 2025. № 3 (19). С. 48-91.
3. Никифоров А.А., Мунимаев В.А. Анализ зарубежных беспилотных летательных аппаратов, применяемых в лесном секторе // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. 2010. № 8. С. 97-99.
4. Односторонцева А.Ю. Беспилотные летательные аппараты - будущие технологии для жизни общества // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Т. 14. № 11-1. С. 506-513.
5. Стариков А.В., Малышев В.В., Батурин К.В. Об использовании беспилотных летательных аппаратов в технологиях лесного хозяйства // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 5-2 (16-2). С. 121-125.
6. Костин П.И. Применение беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве // Вестник науки и образования 2022. № 1(121). Часть 2. С. 60-62.
7. Стратегия развития беспилотной авиации РФ на период до 2030 г. и на перспективу до 2035 г. / Утверждена распоряжением Правительства РФ от 21 июня 2023 г. № 1630-р
8. Федеральный закон № 60-ФЗ от 19.03.1997 "Воздушный кодекс Российской Федерации" (ред. от 28.11.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026)
9. Цветцых А.В., Лобков К.Ю. Особенности рынка услуг и сервиса беспилотных авиационных систем красноярского края // Вопросы региональной экономики. 2025. № 4 (65). С. 181-192.

© Лобанов И.А., Тютин А.В., Ивченко О.А., Панкин К.Е., 2026

Научная статья
УДК 630*371. 630*375.9

**Илья Алексеевич Лобанов¹, Александр Васильевич Тютин²,
Ольга Александровна Ивченко³, Кирил Евгеньевич Панкин⁴**

^{1,2,3,4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

²aleksandartiutin@yandex.ru, ³olgalexan607@mail.ru, ⁴texmexium@mail.ru

ФОРМУЛИРОВКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ЦИФРОВЫМ КАМЕРАМ НА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о технических требованиях к цифровым фото- и видеокамерам, которые будут наилучшим образом отвечать требованиям по обнаружению лесных пожаров. Для обеспечения аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) произведен обзор оптических и электронных возможностей цифровых камер, оснащенных CCD- матрицами. Проведено исследования и оценки возможностей оптических схем и разрешения CCD-матриц цифровых камер для однозначного распознавания очагов и кромок лесных пожаров. Показано, что в имеющихся условиях аэрофотосъемки наиболее пригодна широкоугольная (фокусное расстояние 12-28 мм) цифровая камера с разрешением CCD-матрицы свыше 50-ти Мп.

Ключевые слова: лесной пожар, обнаружение лесного пожара, цифровые камеры, оптические схемы и разрешающая способность.

Для цитирования: Лобанов И.А., Тютин А.В., Ивченко О.А., Панкин К.Е. Формулировка технических требований к цифровым камерам на беспилотных летательных аппаратах для обнаружения лесных пожаров.: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 142-147.

Original article
UDC 630*371. 630*375.9

**Ilya Alekseevich Lobanov¹, Alexander Vasilyevich Tyutin²,
Olga Aleksandrovna Ivchenko³, Kirill Evgenievich Pankin⁴**

^{1,2,3,4}N.I. Vavilov Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering, Saratov, Russia.

²aleksandartiutin@yandex.ru, ³olgalexan607@mail.ru, ⁴texmexium@mail.ru

FORMULATION OF TECHNICAL REQUIREMENTS FOR DIGITAL CAMERAS ON UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR FOREST FIRE DETECTION

Annotation. This article is devoted to This article examines the technical requirements for digital photo and video cameras that best meet forest fire detection requirements. To support aerial photography, the optical and electronic capabilities of digital cameras equipped with CCD matrices are reviewed. The capabilities of digital camera optical designs and CCD matrix resolutions for the unambiguous detection of forest fire outbreaks and edges are studied and evaluated. It is shown that, under current aerial photography conditions, a wide-angle (focal length 12-28 mm) digital camera with a CCD matrix resolution exceeding 50 MP is most suitable.

Keywords: wild fire, wild fire detection, digital cameras, optical designs and resolution.

For citation: Lobanov I.A., Tyutin A.V., Ivchenko O.A., and Pankin K.E. Formulation of Technical Requirements for Digital Cameras on Unmanned Aerial Vehicles for Detecting Forest Fires. Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference. Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 142-147.

Ежегодно в Российской Федерации регистрируют 30-40 тыс. лесных пожаров. Большая их часть 37-38 тыс. происходит в Сибири – территории РФ, находящейся восточнее Уральских гор. Европейская часть РФ (ЕЧ РФ) подвергается воздействию лесных пожаров 2-3 тыс. раз в год [1]. Для успешной борьбы с лесными пожарами необходимо создать эффективную систему наблюдения и мониторинга обстановки в лесных массивах. Лесные пожары часто бывают только следствием деятельности (в том числе и незаконной) человека в лесных массивах и на прилегающих территориях. Не является исключением и Саратовская область– малолесный регион, расположенный в юго-восточной части ЕЧ РФ, т.к. согласно анализу [2] в регионе лесные пожары происходят по все причинам, присутствующим по классификации. Природные и метеорологические условия в Саратовской области таковы, что абсолютное большинство лесных пожаров происходят в режиме низовых [1] – горение лесных горючих материалов происходит на поверхности почвы, что представляет собой серьезную проблему при их обнаружении, т.к. часто сам процесс горения скрыт от прямого наблюдения.

Для обнаружения признаков лесного пожара необходимо однозначно идентифицировать его признаки. Известно, что лесные пожары в Саратовской области возникают в теплый период года с апреля по ноябрь. Анализ информации, указанной в карточке тушения лесного пожара, позволил создать математическую модель [3] и вычислить время начала лесного пожара. Полученные результаты показали следующее распределение времени возникновения лесных пожаров (табл. 1).

Таблица 1. Распределение времени возникновения лесных пожаров в Саратовской области

№ п/п	Время суток, ч	Вклад лесных пожаров, %
1	0-4	15
2	4-8	17
3	8-12	12

4	12-16	19
5	16-20	23
6	20-24	14

Видно, что 32% пожаров возникает в ночные и утренние часы, как результат разгорания непогашенного костра, оставленного отдыхающими или туристами в лесном массиве. Тем не менее, в случае организации труда и отдыха [4] работников лесного хозяйства понятно, что обнаружить пожара в ночное время с помощью наземного патрулирования невозможно. Поэтому необходимо передать функции наблюдения автоматическим системам фото- или видеонаблюдения осуществляемым либо со стационарных постов [5], либо с воздушных транспортных средств, в том числе – БПЛА [6].

«Большое видится из далека» - гласит русская пословица. Действительно, чем выше расположен наблюдатель, тем дальше расположен от него горизонт. К примеру, горизонт в условиях плотного древостоя расположен от наблюдателя в 50-100 метрах, в условиях застройки городской среды расположен от наблюдателя в 200-300 метрах, на равнине и поверхности моря дальность наблюдения составляет 4700-5000 м. Чем выше расположен наблюдатель, тем больше радиус его обзора. Результаты расчета дальности наблюдения от высоты расположения наблюдателя представлены в табл. 2.

Таблица 2. Дальность наблюдения в зависимости от высоты расположения наблюдателя

Наблюдатель и его расположение	Высота, м	Дальность (D), км
рост человека	1,7	4,8
с высоты дерева	15	14,3
набл вышка	25	18,5
вышка системы сотовой связи	60	28,7
БПЛА*	100	37,0
БПЛА*	150	45,3
БПЛА*	500	82,7

* БПЛА относится к гражданскому типу легкого класса

Видно, что наибольшая дальность наблюдения доступна БПЛА поднявшемуся на высоту 500 м над уровнем земли. Понятно, что дальность наблюдения будет увеличиваться с увеличением высоты, однако, согласно законодательству (ст. 11 и 69) [7] и [8] гражданским БПЛА легкого класса пониматься выше запрещено.

При проведении наблюдения за местностью «объект легче увидеть, чем точно распознать». Действительно зрение человека рассчитано для наблюдения за объектами, расположенными от него на расстоянии не более 1,5-2 км. В связи с этим, представленные в табл. 2 результаты свидетельствуют о возможности человека распознать на таком расстоянии только очень крупные объекты – горы, холмы, лесные массивы, водные объекты (реки, озера) и т.п. Объект размером в несколько метров человеческий глаз не то, чтобы распознать, даже увидеть на

таком расстоянии не способен. Тут на помощь человеку призывают различные технические устройства – оптические приборы – бинокли, подзорные трубы и т.п. В их оптическая схема позволяет человеку увидеть и распознать предметы на большем расстоянии. Оптический прибор можно сконструировать таким образом, что дальность наблюдения будет больше дальности линии горизонта, которая составляет значения, представленные в табл. 2.

Для устранения человеческого фактора при организации наблюдения можно применять современные технические устройства – цифровые камеры. Они способны производить фотографирование местности, а также вести его видеосъемку. Полученный фото- или видеоматериал может быть обработан оператором или специализированным программным обеспечением, которое с определенной вероятностью (в процентах) определяет, что наблюдаемое явление относится к пожару. Определенную проблему программному обеспечению доставляет наблюдение заката и восхода Солнца. В этом случае, CCD-матрица засвечивается ИК-лучами Солнца и это может восприниматься как очаг пожара.

CCD-матрица функционирует следующим образом. Определенной точке пространства ставится в соответствие пиксель на матрице. Пиксель воспринимает попавшие на свое зрительное поле световые лучи и по заложенному в него алгоритму формирует электрический ток определенной формы, отражающий цвет, насыщенность и т.п. точки пространства. При некоторых условиях возникает некоторая трудность в наблюдении и распознавании объектов. Если по цвету и насыщенности объект не отличим от окружающего фона, то наблюдать такой объект возможность отсутствует в принципе. Другая сторона вопроса – как понять, что именно захватила CCD-матрица. Для этого в сфере оптики и систем безопасности принято оценивать детализацию по шкале Джонсона. Чтобы просто увидеть объект, на его минимальный размер должно приходиться определенное количество пикселей:

- обнаружение объекта (объект занимает ≥ 1 -2 пикселей в кадре);
- распознавание, т.е. понимание, что это человек, а не столб более 6-12 пикселей на объект;
- идентификация (детали четко различимы более 24-48 пикселей на объект).

Например, при фокусном расстоянии 20 мм, размере пикселя матрицы 0,005 мм и желаемом разрешении 50 мм/пиксель (то есть 5 см/пикс), получаем высоту полёта: $H = (20 \times 50) / 0,005 = 200\,000 \text{ мм} = 200 \text{ м}$. Расчет дальности объекта для обеспечения возможности его идентификации представлена в табл. 3.

Таблица 3. Дальность физической возможности распознавания объекта (50 п/мм или 5 см/п)

№ п/п	GSD	d, мм	f мм	W, п	D, м
1	0,02	16	17	12000000	255
2	0,02	60	20	200000000	1333
3	0,02	12	28	6300000	294
4	0,02	10	35	8500000	595

Из представленных результатов видно, что разрешение (W) CCD-матрицы играет значительную роль в обеспечении возможности распознавания объекта. Матрица 200 Мп дает возможность распознать объект размером в 1 м на расстоянии 1300-1350 м. Следует отметить, что возможность распознать объект размером 1 м даже для CCD-матрицы с самым высоким разрешением многократно ниже (1,3 км для 20 Мп против 82 км с 500 метров), чем дальность наблюдаемого горизонта. Отсюда формулируется задача о совмещении возможностей CCD-матрицы высокого разрешения с мощной оптической системой. Тем не менее, законы оптики неумолимы. Увеличивая мощность оптического прибора, закономерно сужается его поле захвата изображения.

Фото- и видеокамеры различаются по своему назначению. Например, для создания портрета человека применяют узко угольные камеры с фокусным расстоянием 35-70 мм. Для создания панорамных снимков промышленных объектов или объектов природы применяют широкоугольные камеры с фокусным расстоянием 12-28 мм. В табл. 4 представлены результаты расчета ширины зрительного поля фото- или видеокамеры.

Таблица 4. Результаты расчета ширины зрительного поля фото- или видеокамеры с расстояния в 100 м

f, мм	A, мм	D, м	F, м	GSD
12	16	100	1333	66666
17	16	100	941	47058
20	16	100	800	40000
28	16	100	571	28571
35	16	100	457	22857

При расчете использовали параметры наиболее часто применяемых фото- и видеокамер: фокусное расстояние: 12-35 мм, размер CCD-матрицы 16 мм. Отсюда видно, что чем шире угол захвата оптической схемы камеры, тем больший участок местности попадет на в поле зрения наблюдателя.

Список литературы:

1. Ивченко О.А., Тютин А.В., Козаченко М.А., Панкин К.Е. Горимость лесов Саратовской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 6 (84). С. 151-164.
2. Тютин А.В., Ивченко О.А., Козаченко М.А., Панкин К.Е. Анализ причин пожаров в лесах Саратовской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2026. № 1 (85). С. 233-247.
3. Ивченко О.А., Тютин А.В., Козаченко М.А., Меньшенина Д.В., Панкин К.Е. Реализация динамических возможностей распространения лесных низовых пожаров в лиственных и хвойных лесах на примере Саратовской области // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2022. № 2 (67). С. 154-161.
4. Федеральный закон Российской Федерации N 197-ФЗ от 30.12.2001 "Трудовой кодекс Российской Федерации" (ред. от 29.12.2025, с изм. от 15.05.2026)
5. Громазин О.А. Оптимальное размещение видеосенсоров для повышения эффективности автоматизированного обнаружения лесных пожаров на ранней стадии / В.В.

Пархачёв, А.В. Филимонов и др. // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, 2014. №3. С. 62-72.

6. Костин П.И. Применение беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве // Вестник науки и образования 2022. № 1(121). Часть 2. С. 60-62.

7. Федеральный закон № 60-ФЗ от 19.03.1997 "Воздушный кодекс Российской Федерации" (ред. от 28.11.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026)

8. Постановление Правительства РФ № 138 «Федеральными правилами использования воздушного пространства РФ».

© Лобанов И.А., Тютин А.В., Ивченко О.А., Панкин К.Е., 2026

РАЗМЕЩЕНИЕ СПРИНКЛЕРНЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Виктор Валерьевич Носенко¹, Ольга Валериевна Карпова²

^{1,2}ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

¹edds.nvv@yandex.ru, ²oliviya2004@bk.ru

Аннотация. Данная статья посвящена методике расчета необходимого количества спринклерных оросителей для обеспечения эффективности автоматических систем пожаротушения за счет перекрытия зон орошения в контролируемом пространстве.

Ключевые слова: спринклер, автоматическое пожаротушение, защита, интенсивность.

Для цитирования: Носенко В.В., Карпова О.В. Размещение спринклерных оросителей для обеспечения эффективности автоматических систем пожаротушения // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 148-153.

Original article
UDC 614.84

PLACEMENT OF SPRINKLER IRRIGATORS TO ENSURE THE EFFECTIVENESS OF AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

Victor Valerievich Nosenko¹, Olga Valerievna Karpova²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹edds.nvv@yandex.ru, ²oliviya2004@bk.ru

Abstract. This article focuses on the methodology for calculating the required number of sprinkler heads to ensure the effectiveness of automatic fire suppression systems by overlapping the irrigation zones in a controlled space.

Keywords: sprinkler, automatic fire extinguishing, protection, intensity.

For citation: Nosenko V.V., Karpova O.V. Placement of sprinkler irrigators to ensure the effectiveness of automatic fire extinguishing systems // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of

В соответствии с действующими противопожарными нормами, все здания и сооружения должны оснащаться автоматическими системами противопожарной защиты, а при наличии соответствующих характеристик, автоматическими системами пожаротушения. Наиболее распространенными среди систем пожаротушения на промышленных объектах являются установки, оборудованные спринклерными оросителями. Спринклерные оросители, обеспечивают точечную подачу огнетушащего состава непосредственно в зону очага горения и, при сравнительно незначительном расходе огнетушащего вещества, обеспечивают его нераспространение, охлаждение и последующую ликвидацию. Оценка ряда базовых параметров орошения, связанных с интенсивностью орошения, его удельной скоростью и равномерностью, определяет ключевое значение при проектировании и последующей эффективной эксплуатации данных систем. В настоящей статье рассмотрены приемы применения группового размещения спринклерных оросителей, определяющие особую эффективность при тушении пожара.

Основная цель данной работы направлена на определение оптимального количества спринклерных оросителей для эффективного орошения очага пожара при групповом размещении спринклеров.

Проектирование спринклерных АУПТ осуществляется в строгом соответствии с требованиями свода правил СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».

Помимо общих требований к функционированию спринклерных АУПТ, данный свод правил конкретизирует параметры самих спринклерных оросителей и требования к местам их размещения. От правильно подобранных параметров зависит способность системы выполнить свою основную задачу - локализовать или ликвидировать очаг возгорания на ранней стадии и исключить распространение продуктов горения на объекте защиты.

При проектировании спринклерных АУПТ основополагающими критериями их эффективности являются: радиус орошения спринклера, зона орошения спринклера, площадь орошения спринклера.

Радиус орошения спринклера представляет собой заявленную производителем величину, отражающую наибольшее возможное расстояние от центра спринклера до самой дальней увлажненной точки защищаемой поверхности при стандартизированном уровне давления. Проектирование АУПТ лишь исходя из соприкосновения проекций радиусов орошения на плоскости неизбежно повлечет появление зон с низким уровнем интенсивности увлажнения или полным его отсутствием – «сухих зон». На рисунке 1. изображена проекция «сухих зон» на орошаемой поверхности при проектировании АУПТ исходя из соприкосновения проекций радиусов орошения спринклерных оросителей.



Рисунок 1. Проекция «Сухих зон» на орошаемой поверхности при проектировании АУПТ, исходя только из соприкосновения проекций радиусов орошения спринклерных оросителей.

Зона орошения спринклера представляет собой определенную область на горизонтальной плоскости защищаемой зоны, где один спринклер создает минимально необходимую норму интенсивности распыления огнетушащего состава. Данная область формируется в соответствии со схемой размещения смежных спринклеров, регламентируется нормами через ограничение максимальной площади защиты, служит базовой расчетной величиной для равномерного охвата защищаемой поверхности и исключения неорошаемых участков – «сухих зон». Зона орошения спринклера показана на рисунке 2.

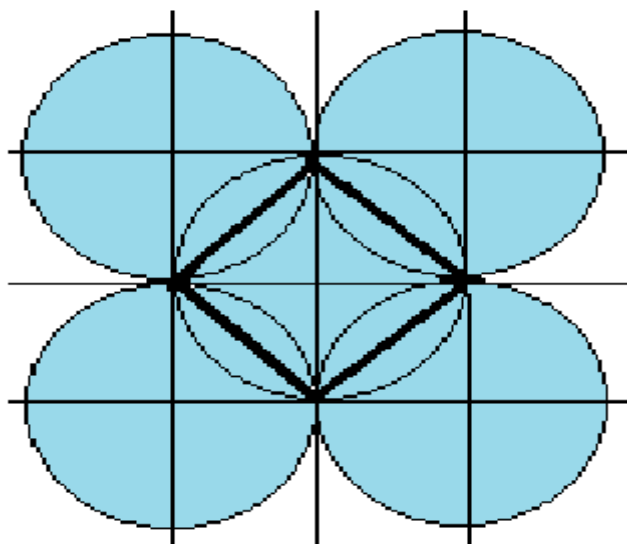


Рисунок 2. Зона орошения спринклера.

Площадь орошения спринклера является одним из ключевых параметров, который регламентируется СП 485.1311500.2020 и учитывается при разработке проекта АУПТ. Данный параметр определяет наибольшую зону горизонтальной поверхности, орошаемой одним спринклерным распылителем, причем данная величина неразрывно связана с классом пожарной опасности объекта защиты.

Таким образом можно сделать вывод, что для повышения эффективности тушения и обеспечения экономичности расхода тушащего вещества, при проектировании спринклерных автоматических систем пожаротушения, помимо правильного выбора оборудования, крайне важно произвести правильный расчет количества спринклерных распылителей и оптимальное расстояние между ними.

Правильный выбор расстояния между спринклерами позволит достичь равномерного покрытия очага пожара, исключив при этом побочные явления, связанные с слишком близким расположением спринклерных оросителей.

Ключевые параметры спринклерных АУП, следует определять в соответствии с таблицами 6.1-6.3 СП 485.1311500.2020, в которых максимальное расстояние между оросителями приведено для оросителей с монтажным расположением розеткой вверх или вниз, при этом следует учитывать, что в целях исключения взаимного охлаждения тепловых замков рядом расположенных спринклерных оросителей, минимальное расстояние между ними не должно быть менее 1,5 м. по горизонтали [1]. При меньшем расстоянии, при достижении в защищаемой зоне пороговых значений температуры, в результате охлаждения, спринклерный ороситель не сработает или сработает со значительной задержкой.

На примере условно взятого, защищенного водяной спринклерной АУПТ, производственного объекта, относящегося к категории В2 [2] по пожарной опасности, 2 группе по степени опасности развития пожара в зависимости от его функционального значения и величины пожарной нагрузки горючих материалов [3], проводится выбор требуемых параметров интенсивности орошения, расхода воды, минимальной площади орошения АУПТ и, вследствие, необходимого количества спринклерных оросителей, расположенных в пределах орошаемой площади и расстояния между ними. При отнесении помещения к 2 группе по степени развития пожара необходимо обеспечить интенсивность орошения защищаемой площади не менее $0,12 \text{ л/(с*м}^2\text{)}$, при этом расход воды установкой должен быть не менее 30 л/с, при этом при 60-ти минутной продолжительности подачи воды, минимальная орошаемая площадь должна составлять не менее 120 м^2 .

В соответствии с имеющимися данными и действующими нормами, расстояние между спринклерами на рассматриваемом объекте должно составлять от 1,5 до 3,5 м. Для наглядности, выбранные параметры АУПТ условно взятого производственного объекта сведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры АУПТ условно взятого производственного объекта.

Группа помещения по степени опасности развития пожара	Интенсивность орошения защищаемой площади, $\text{л/(с*м}^2\text{)}$, не менее	Расход, л/с, не менее	Минимальная диктующая площадь, орошаемая АУПТ, м^2	Продолжительность подачи воды, мин, не менее	Максимальное расстояние между спринклерным и оросителями, м
2	0,12	30	120	30	3,5

В соответствии с методикой расчета параметров АУПТ при поверхностном пожаротушении водой [4] проводится расчет необходимого количества оросителей. Нормативная интенсивность орошения может быть определена исходя из интенсивности работы только диктующего спринклера в границах окружности $S=12 \text{ м}^2$ и радиусом $R=2 \text{ м}$, без учета распределения интенсивности в оставшейся защищаемой зоне.

На рисунке 3 смоделирована минимальная площадь орошения для помещений, относящихся ко 2 группе по степени опасности развития пожара, где: 1-14 – спринклерные оросители; l_i – расстояние между оросителями; l_p – расстояние между рядами оросителей; S_A – расстояние от крайних оросителей до стены А ($S_A \leq l_i/2$); S_B – расстояние от наиболее удаленного рядка до стены Б ($S_B = l_p / 2$); S_d – защищаемая орошением диктующая зона (не менее минимальной площади орошения).

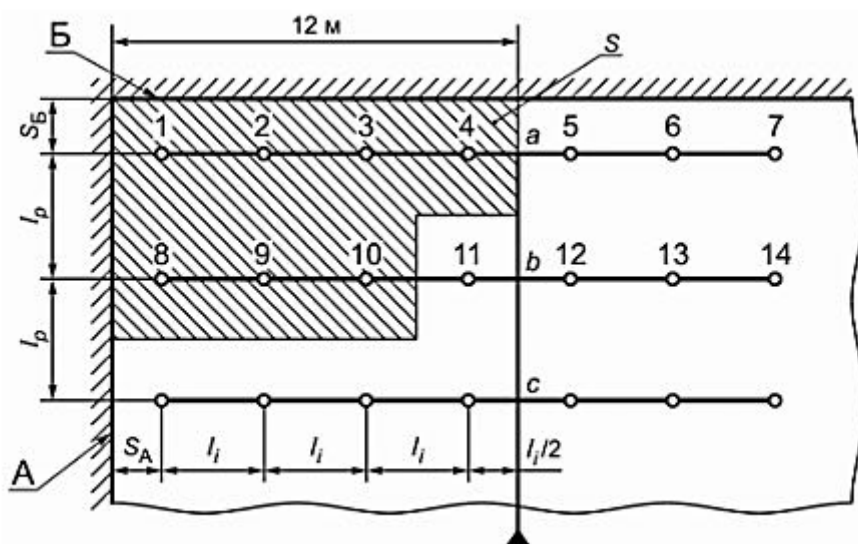


Рисунок 3. Минимальная площадь орошения для помещений, относящихся ко 2 группе по степени опасности развития пожара.

Число спринклерных оросителей, установленные в определяющей области и гарантирующих подачу АУПТ воды с интенсивностью орошения равной или превышающей установленный стандарт рассчитывают по формуле:

$$N \geq S_d / \Omega$$

где N – минимальное количество оросителей, обеспечивающих нормативный расход АУПТ с интенсивностью орошения равной или превышающей установленный стандарт; S_d – минимальная диктующая площадь, орошаемая АУПТ, м^2 ; Ω – условная площадь, приходящаяся на один ороситель, м^2 ($\Omega = l_i * l_p$).

С учетом требуемого максимального расстояния между оросителями в 3,5 м, условная площадь, приходящаяся на один ороситель составит $\Omega = 3,5 * 3,5 = 12,25 \text{ м}^2$.

Таким образом, при установленной минимальной диктующей площади, орошаемой АУПТ равной 120 м², для эффективного орошения диктующей зоны рассматриваемого объекта потребуется не менее 10 оросителей.

Вывод: Соблюдение при проектировании АУПТ обязательных требований, позволит обеспечить полное перекрытие «сухих зон», что обеспечивает своевременное обнаружение и эффективное тушение очага пожара, при этом сводится к минимуму процесс распространения продуктов горения и обеспечивается оптимизация расхода огнетушащего вещества.

Внедрение новейших разработок в области автоматического пожаротушения во всех странах, позволяет бесконечно улучшать характеристики АУПТ при снижении затрат на их монтаж и обслуживание, что обеспечивать сохранность жизни людей и материальных ценностей.

Список источников:

1. СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования".
2. Федеральный закон 123-ФЗ. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Приложение А, Таблица А.1. СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования".
4. Приложение Б. СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования".
5. ГОСТ Р 51043-2002 «Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний».
6. СП 486.1311500.2020. «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности».

© Носенко В.В., Карпова О.В., 2026

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ВОЗГОРАНИЯ

Виктор Валерьевич Носенко¹, Ольга Валериевна Карпова²

^{1,2}ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

¹edds.nvv@yandex.ru, ²oliviy2004@bk.ru

Аннотация. Данная статья посвящена оценке эффективности обнаружения, локализации и ликвидации пожаров на начальной стадии автоматическими установками пожаротушения на технических объектах.

Ключевые слова: АУПТ, технический объект, признак пожара, возгорание, реагирование, локализация.

Для цитирования: Носенко В.В., Карпова О.В. Эффективность автоматических систем пожаротушения на начальной стадии возгорания // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 154-159.

Original article
UDC 614.84

THE EFFECTIVENESS OF AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS AT THE INITIAL STAGE OF IGNITION

V.V. Nosenko¹, O.V. Karpova²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia.

¹edds.nvv@yandex.ru, ²oliviy2004@bk.ru

Abstract. This article is devoted to the assessment of the effectiveness of detection, localization, and elimination of fires at the initial stage by automatic fire extinguishing systems at technical facilities.

Keywords: automatic fire extinguishing system, technical facility, fire sign, fire, response, localization.

For citation: Nosenko V.V., Karpova O.V. The effectiveness of automatic fire extinguishing systems at the initial stage of ignition // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 154-159.

Автоматические установки пожаротушения (АУПТ).

В настоящее время к АУПТ проявляется повышенный интерес. Современные АУПТ представляют собой важнейший компонент комплексной системы безопасности технических объектов. Они обеспечивают выявление признаков воспламенения на начальной фазе пожара и оперативную локализацию очагов возгорания, способствуя при этом снижению угрозы здоровью и жизни людей, а также снижению рисков материальных потерь. Настоящая статья рассматривает степень полезности АУПТ при устранении возгорания на ранних стадиях, а также исследует обстоятельства, определяющие успешность их применения.

Особенно остро данная тематика проявляется в технических (производственных) объектах, где сконцентрировано значительное число электрического, производственного оборудования, горюче-смазочных материалов и другого горючего и взрывоопасного сырья и материалов с высокой интенсивностью распространения возгорания.

Разделение АУПТ производится по методу доставки огнетушащего состава к очагу возгорания и типу подаваемого состава. Различают:

- водяные спринклерные АУПТ – оперативно реагируют на достижение температуры до установленного предела, применяют для тушения твердых горючих материалов, в качестве огнетушащего вещества используется вода;

- порошковые АУПТ – эффективно справляются с очагами пожара в закрытых объемах за счет возникающей химической реакции, образующейся при воздействии на порошок высокой температуры, в качестве огнетушащего вещества используется специальный порошок;

- газовые АУПТ – не наносят урон имуществу, моментально заполняют пространство огнетушащим газом, применяют для тушения пожаров в помещениях с дорогостоящим оборудованием, в качестве огнетушащего вещества используется специальный газ;

- пенные АУПТ – огнетушащий эффект заключается в образовании на поверхности защитного пенного слоя, который предотвращает доступ кислорода к очагу, тем самым ликвидирует горение и предотвращает его повторное развитие, в основном применяется для тушения легкогорючих жидкостей, в качестве огнетушащего вещества используется специальная пена.

В соответствии с ГОСТ Р 21.101-2020 на АУПТ должна разрабатываться рабочая и/или проектная документация. АУПТ проектируется с учетом конструктивной особенности объекта защиты, возможности и условий применения огнетушащих веществ. Тип АУПТ, способ тушения, вид огнетушащего вещества определяются проектировщиком с учетом характеристик и особенностей защищаемого объекта. АУПТ по средствам собственных технических средств должна выполнять функцию автоматической пожарной сигнализации, должна управлять (отключать) технологическим оборудованием, вентиляционными устройствами, устройствами противодымной защиты и другими, обеспечивающими защиту от распространения факторов пожара, устройствами [1], [3]. Ограничение распространения пожара за пределы очага должно обеспечиваться, в том числе применением установок

пожаротушения [1]. Применение АУПТ должно обеспечивать ликвидацию пожара на объекте защиты: до возникновения критических значений опасных факторов пожара, до наступления пределов огнестойкости строительных конструкций, до причинения максимально допустимого ущерба защищаемому имуществу, до наступления опасности разрушения технологических установок [1].

Работа большинства АУПТ основана на схожем алгоритме: сработавший на определенный первичный признак пожара (дым, излучение, скорость повышения или предел температурного режима) пожарный извещатель передает сигнал тревоги на контрольный прибор, который после заданного алгоритмом переопроса, подтвердившего наличие в охраняемом помещении признаков пожара, формирует сигнал на исполнительные механизмы и устройства пуска, задействующие системы оповещения и управления эвакуацией, элементы управления запуском пожаротушения, элементы управления дымоудалением и вентиляцией и т.д. Общая схема алгоритма работы автоматической системы пожаротушения представлена на рисунке 1.

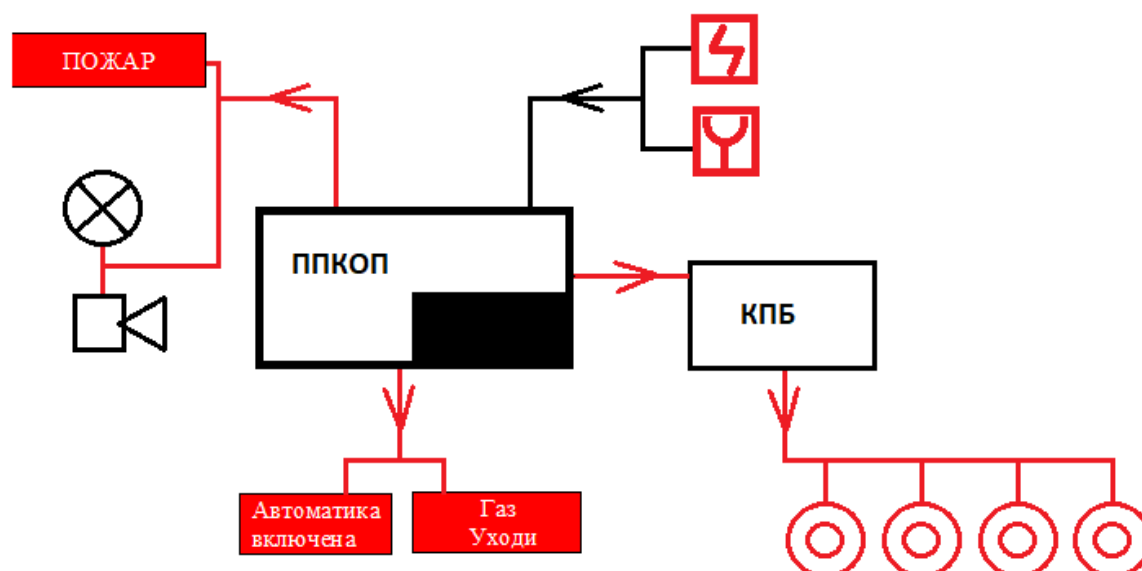


Рисунок 1. Общая схема алгоритма работы автоматической системы пожаротушения.

Должное функционирование АУПТ обусловлено рядом аспектов, среди которых выделяют свойства применяемого средства тушения, конструктивные особенности объекта защиты и должная наладка и безотказность АУПТ. Немаловажным является грамотное проектирование АУПТ.

Наглядно оценить влияние основных показателей на итоговую эффективность устранения пожара можно на примере таблицы 1.

Таким образом, целесообразность внедрения АУПТ обусловлена не только техническими спецификациями, но и временными показателями, от которых зависит успех своевременного обнаружения, локализации и ликвидации пожара.

На начальном этапе пожара первостепенное значение приобретает темп реагирования, в следствие чего, масштаб повреждений и потенциальная гибель людей напрямую зависит от минимального срока реагирования АУПТ от момента начала процесса горения.

Таблица 1. Влияние основных показателей на итоговую эффективность устранения пожара

Показатель	Возможные причины	Возможный эффект
Конструктивная особенность объекта защиты	Конструктивные элементы, высота помещений могут создавать помеху беспрепятственному и своевременному распространению тушащего вещества на все участки очага возгорания.	Задержка срабатывания системы. Не полное покрытие очага пожара, не эффективная локализация и ликвидация, риск распространения возгорания.
Выбор средств обнаружения возгорания	Тип пожарного извещателя не соответствует первичным признакам пожара в данных условиях.	Задержка или отсутствие реакции АУПТ на первичные признаки пожара на начальной стадии. Распространение очага возгорания.
Выбор огнетушащего вещества	Тип выбранного огнетушащего вещества не подходит для тушения конкретного очага возгорания	Не эффективная локализация и ликвидация. Распространение очага возгорания.
Техническое состояние АУПТ	Не качественный монтаж, применение некачественного оборудования и материалов, отсутствие должного технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта	Снижение скорости обнаружения и эффективности тушения пожара. Отказ в работе.

Таким образом, целесообразность внедрения АУПТ обусловлена не только техническими спецификациями, но и временными показателями, от которых зависит успех своевременного обнаружения, локализации и ликвидации пожара.

На начальном этапе пожара первостепенное значение приобретает темп реагирования, в следствие чего, масштаб повреждений и потенциальная гибель людей напрямую зависит от минимального срока реагирования АУПТ от момента начала процесса горения.

Благодаря развитию технологий и автоматизации большинство современных технических объектов способны функционировать без постоянного присутствия и контроля людей, в связи с чем вопрос раннего обнаружения пожаров становится все более актуальным. Системы обнаружения пожара (установки и системы пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной (с учетом допустимого пожарного риска) эвакуации людей в условиях конкретного объекта [1].

В таблице 2 представлен анализ зависимости последствий пожаров на технических объектах от скорости реагирования на возгорание при наличии АУПТ и без нее.

Таблица2. Зависимость последствий пожаров на технических объектах от скорости реагирования на возгорание при наличии АУПТ и без нее.

Обнаружение и локализация пожара	Время, мин.	Уровень угрозы	Последствия
при наличии АУПТ	1-4	Возгорание фиксируется на начальной стадии. Благодаря своевременной локализации отсутствует или минимизировано распространение возгорания и заполнение объекта защиты продуктами горения.	Включение АУПТ в течение 1 минуты, локализация пожара 1-2 минуты, минимальное выделение продуктов горения, минимальная площадь поражения, пожар локализован и ликвидирован. Угрозы здоровью и жизни людей нет.
при отсутствии АУПТ	5-8	Фиксирование возгорания и действия по его локализации происходят с задержкой, в следствие чего растет его площадь, объект защиты заполняется едкими продуктами горения.	Обнаружение персоналом возгорания в течение 5-6 минут. Существенное увеличение площади очага возгорания, выделение продуктов горения. Рост материального ущерба и риска причинения вреда здоровью и жизни людей.

Анализ зависимости времени реагирования и последствий локальных возгораний на технических объектах демонстрируют практическую ценность АУПТ.

Закключение. Применение АУПТ на технических объектах представляет собой обязательный элемент общей стратегии безопасности любого предприятия, оно дает возможность минимизировать время, реагирования на чрезвычайную ситуацию и принятия мер для ее локализации и ликвидации и именно это играет решающую роль при обеспечении пожарной безопасности объектов защиты, сведении к минимуму материальных потерь, сохранении здоровья и жизни людей. При этом степень надежности АУПТ напрямую зависит всего цикла ее существования, от проектирования до регулярного технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта.

Список источников:

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
3. СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
4. СП 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования».
5. Долговидов А.В., Сабинин С.Ю., Тербнев В.В. «Автономное пожаротушение: реальность и перспективы Серия: Противопожарная защита и тушение пожаров» Екатеринбург. Издательство «Калан» 2014 г.
6. О.Ю. Воронков Учебное текстовое электронное издание локального распространения «РАСЧЕТ, МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ» Омск Издательство ОмГТУ 2016 г. ISBN 978-5-8149-2306-6.

© Носенко В.В., Карпова О.В., 2026

ВЛИЯНИЕ ПЕНЫ НА ВРЕМЯ ПОДСЛОЙНОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРЕ

Лидия Романовна Романова¹, Александр Васильевич Тютин², Андрей
Викторович Хизов³, Кирилл Евгеньевич Панкин⁴

^{1,2,3,4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и
инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹texmexium@mail.ru, ²aleksandartiutin@yandex.ru, ³ivanhizov@mail.ru,

⁴texmexium@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос об экспериментальном исследовании огнетушащих свойств различных пенообразователей («Люкс-AFFF(НСВ)», «Фейри», «Синергетик») при их подслоной подаче в объем горящей нефти/нефтепродукта (бензина Аи-92, дизельного топлива, сырой нефти). Для проведения исследований была разработана специальная установка – макет резервуара (РВС-5000) в масштабе 1:90000. Проведена оценка времени прекращения горения нефти/нефтепродуктов в зависимости от длительности горения. Показано, что пленкообразующий пенообразователь («Люкс-AFFF(НСВ)» позволяет реализовать тушение на всех стадиях горения всех выбранных типов горючих материалов (кроме Аи-92 на поздней стадии горения). Пенообразователь «Фейри» оказался способен прекращать горение нефти/нефтепродуктов (бензина Аи-92, дизельного топлива) на ранней (3 секунд) и средней (2 минуты) стадиях. Пенообразователь «Синергетик» проявил огнетушащую способность тоже на нефтепродуктах, но только на ранней стадии.

Ключевые слова: пожар, тушение пожара, огнетушащая пена, подслоное тушение в резервуаре.

Для цитирования: Романова Л.Р., Тютин А.В., Хизов А.В., Панкин К.Е. Влияние пены на время подслоного тушения пожаров в резервуаре // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 160-169.

Original article
UDC 614.841

INFLUENCE OF FOAM ON THE TIME OF SUBSURFACE FIRE EXTINGUISHING IN A TANK

Lidia Romanovna Romanova¹, Aleksandr Vasilyevich Tyutin², Andrey
Viktorovich Khizov³, Kirill Evgenevich Pankin⁴

^{1,2,3,4}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹texmexium@mail.ru, ²aleksandartiutin@yandex.ru, ³ivanhizov@mail.ru,

⁴texmexium@mail.ru

Abstract. The article discusses the issue of an experimental study of the fire-extinguishing properties of various foaming agents ("Lux-AFFF(HCB)", "Fairy", "Synergetic") during their subsurface application into the volume of burning oil/petroleum products (Ai-92 gasoline, diesel fuel, crude oil). To conduct the research, a special installation was developed – a model of the tank (RVS-5000) on a 1:90000 scale. The time of oil/petroleum products fire suppression depending on the duration of burning was evaluated. It is shown that the film-forming foaming agent ("Lux-AFFF(HCB)") allows fire suppression at all stages of combustion of all selected types of combustible materials (except Ai-92 at the late stage of combustion). The foaming agent "Fairy" was found to be capable of suppressing the combustion of oil/petroleum products (Ai-92 gasoline, diesel fuel) at the early (3 seconds) and middle (2 minutes) stages. The foaming agent "Synergetic" also showed fire-extinguishing capability on petroleum products, but only at the early stage.

Keywords: fire, fire extinguishing, fire extinguishing foam, subsurface tank extinguishing.

For citation: Romanova L.R., Tyutin A.V., Khizov A.V., Pankin K.E. Influence of foam on the time of subsurface fire extinguishing in a tank // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 160-169.

Нефть, а точнее нефтепродукты являются важной составляющей обеспечения хозяйственной деятельности, т.к. обеспечивают получение от 70 до 80% механической энергии в мире для обеспечения движения наземных, воздушных и водных транспортных средств [1]. Из-за громадных объемов переработки нефти и производства нефтепродуктов возникает насущная необходимость в их транспортировке и промежуточном хранении, тем более, что места добычи нефти, ее переработки и потребления нефтепродуктов могут располагаться в тысячах километров друг от друга. Нефть и нефтепродукты относятся к пожаровзрывоопасным материалам, поэтому на объектах транспортировки и хранения нефти и нефтепродуктов необходимо уделять повышенное внимание обеспечению противопожарной профилактике, противопожарной защите и обеспечению пожаротушения. Согласно статистической информации о пожарах на объектах хранения и переработки нефти ясно, что аварийные ситуации происходят довольно часто. Аварии и их последствия ликвидируются в рабочем порядке и объект продолжает функционировать. С 2022 года возникла еще одна опасность - объект переработки нефти и хранения нефтепродуктов из-за ведения Российской Федерацией Специальной военной операции стали объектами атаки со стороны диверсантов, а чаще всего беспилотных летательных аппаратов, начиненных

взрывчатыми веществами. Это дало толчок пересмотру подходов к обеспечению пожарной безопасности и пожаротушению на объектах хранения нефти и нефтепродуктов.

По своему агрегатному состоянию нефть и большинство нефтепродуктов являются жидкостями (исключение составляют асфальты и нефтяной кокс, которые относятся к твердым материалам) поэтому их хранят либо в трубопроводах технологической или нефтетранспортной систем, либо в резервуарах вертикальных стальных (РВС). Так как объемы перерабатываемой нефти, а также объемы вырабатываемых нефтепродуктов. Последние имеют различные объемы от 1000 до 120000 м³, что соответствует классам от КС-2б до КС-3а [2]. На сегодняшний день в России насчитывается парк резервуаров для нефтепродуктов общей емкостью около 100 млн. тонн [3]. Устройство РВС представлено на рис. 1.

Резервуары хранения нефти/нефтепродуктов чаще всего размещаются группами по 4-6 штук. Такая группа называется - *резервуарным парком*. Территория резервуарного парка в обязательном порядке ограничивается по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при наземных резервуарах и дорогами или противопожарными проездами при подземных (заглубленных в грунт или обсыпанных грунтом) резервуарах, установленных в котлованах или выемках. Для создания обвалования могут быть использованы элементы рельефа местности.

Функционирование резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов осуществляется следующим образом. Резервуар используют только для двух технологических операций – налива и слива нефти/нефтепродуктов. Для налива осуществляют перекачкой нефти/нефтепродукта из ж/д цистерны или речного (морского) танкера с помощью насосов. Слив жидкости из резервуара осуществляется самопроизвольно под действием гидростатического давления. Процесс налива/слива обязательно сопровождается вытеснением/поступлением воздуха во внутренний объем резервуара. В зависимости от технического исполнения резервуара (со стационарной крышей или плавающим понтоном) это осуществляется по-разному. В резервуарах со стационарной крышей предусмотрены специальные дыхательные клапаны. Дыхательный клапан смонтирован на монтажный патрубок крыши резервуара, предназначенного для хранения светлых нефтепродуктов. Клапан предназначен для снижения потерь нефтепродуктов от испарения за счет поддержания в резервуаре избыточного давления 20 мм водяного столба и вакуума 15 мм водяного столба. Сечение проходного отверстия клапана может пропустить определенное количество газовоздушной смеси и поэтому скорость наполнения и опорожнения резервуара, во избежание его разрушения, не должна превышать скорость, указанную в технологической карте. Скорость наполнения и опорожнения резервуара зависит от пропускной способности дыхательных клапанов, вида нефтепродукта и его температуры. При изменении этих параметров нельзя эксплуатировать резервуар без соответствующего изменения технологической карты. В случае плавающего понтона, вытеснение воздуха осуществляется подъемом понтона при закачке жидкости в резервуар и наоборот.

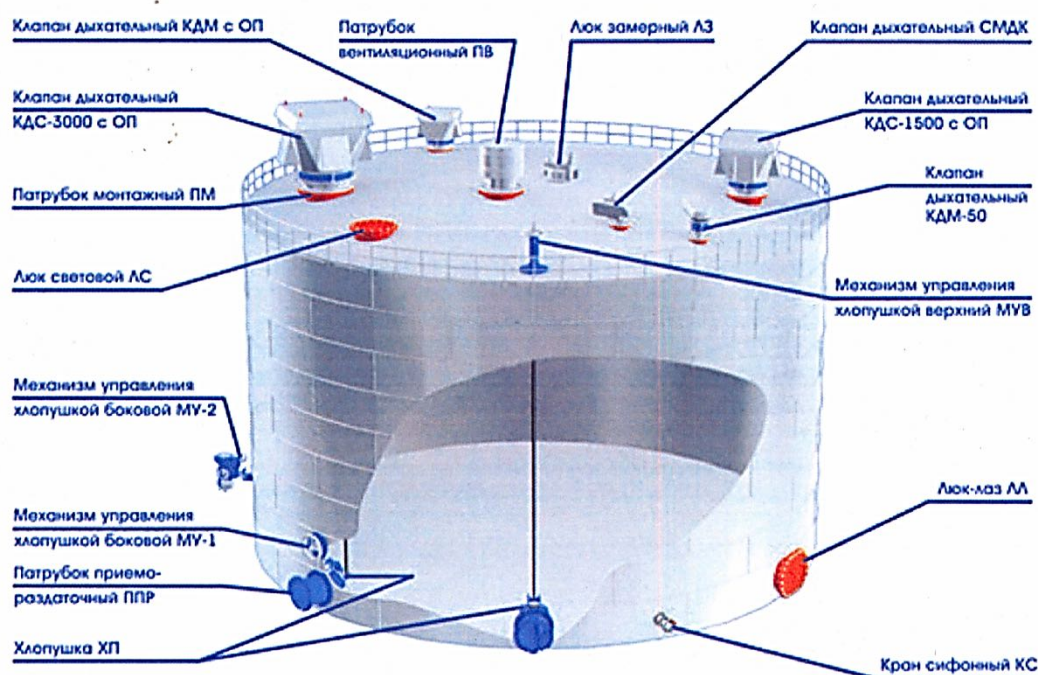


Рис. 1. Устройство стальных вертикальных резервуаров

Российская Федерация входит число стран, которые лидируют по добыче и транспортировке нефти и природного газа, что никак не ведет к снижению аварий на объектах ТЭК [4]. Так, по данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, на 2025 год Федеральный государственный надзор на объектах нефтегазодобывающей промышленности осуществлялся в отношении 8019 производственных объектов нефтегазодобычи. Распределение по классам опасности представлено в табл. 1.

Таблица 1. Распределение производственных объектов хранения нефти и нефтепродуктов по классам опасности

Класс	Количество, ед
I	537
II	1137
III	4528
IV	1817

Хранилища нефти и нефтепродуктов – это объекты повышенной пожарной опасности из-за размещения большого количества легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на сравнительно небольшой территории. Из-за этого на них принимаются многочисленные меры обеспечения пожарной безопасности, имеющие организационный и технический характер. Вместе с тем из года в год в резервуарах и резервуарных парка происходит большое количество аварий и пожаров, приносящих значительный материальный ущерб государству и

собственникам данных объектов. Так, в соответствии со статистическими данными, общий материальный ущерб от аварий резервуаров превышает в 500 и более раз первичные затраты на их сооружение. Нельзя забывать и о возможном непоправимом вреде окружающей среде при возникновении различных аварийных ситуациях на подобных объектах. Повышает пожарную опасность резервуарных парков и тот факт, что производственная нефтебаза нефтегазового комплекса в России создавалась в основном с 1950 по 1990 гг., а, следовательно, сроки эксплуатации резервуаров превышают установленные для них допустимые значения.

Пожары в резервуарных парках и других объектах хранения и переработки нефтепродуктов зачастую принимает большие масштабы, требуют для их ликвидации привлечения большого количества сил и средств, создает реальную угрозу для жизни людей и экологического равновесия данной местности, наносят значительный материальный ущерб.

Статистические данные о пожарах в резервуарах в нефтехимической, нефтяной, нефтеперерабатывающей промышленности и в системе снабжения нефтепродуктами показали, что около 90% зарегистрированных пожаров и загораний произошло на резервуарах, заполненных нефтью (более половины) и бензином. Большое число пожаров в резервуарах с этими нефтепродуктами, особенно бензинов, происходили в резервуарах с понтоном. Случаи пожаров на резервуарах с керосином и дизельным топливом редки.

Совершенно иной характер имеют групповые пожары резервуаров, типа РВС с понтоном. Существует повышенная опасность переброса пожара с резервуара на резервуар с понтоном. Пожароопасность таких резервуаров существенно выше, чем обычных резервуарах типа РВС, без понтона. На рис. 2-3 представлено распределение количества пожаров на объектах переработки нефти и хранения нефти/нефтепродуктов.

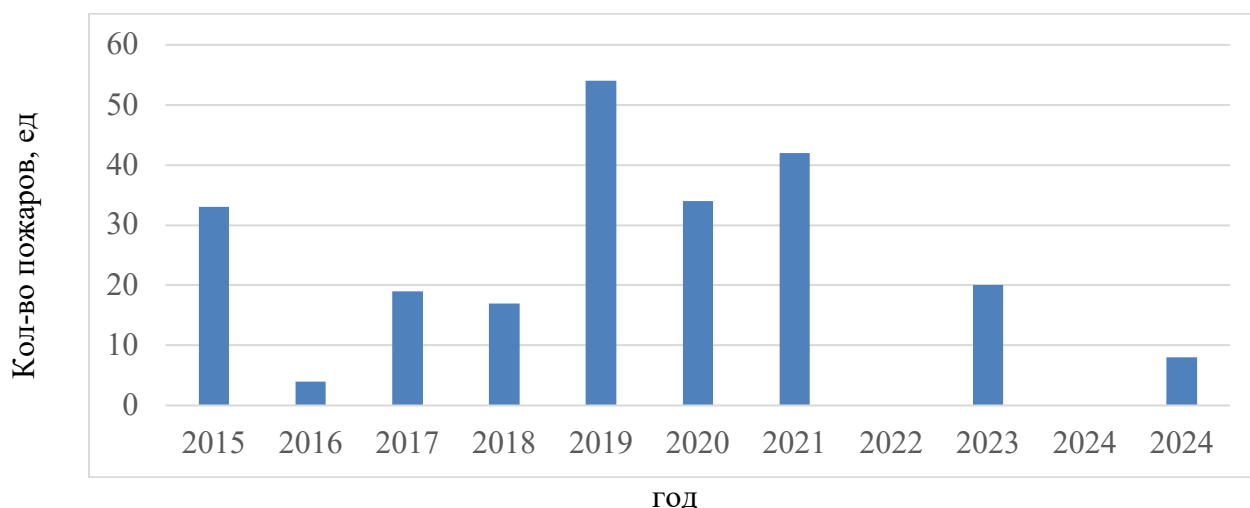


Рис. 2. Распределение пожаров за 2015-2025 гг. согласно данным ВНИИПО [5]

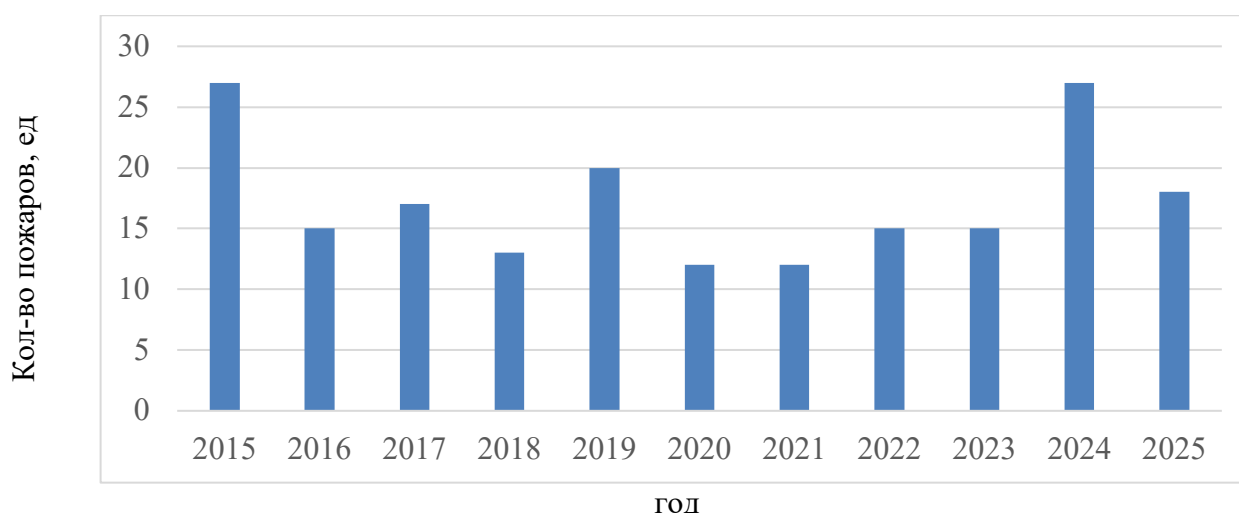


Рис. 3. Распределение пожаров за 2015-2025 гг. согласно данным Ростехнадзора [5]

Динамика числа пожаров на объектах ИНП условно разделена на следующие периоды: – 2015–2016 гг.: резкое снижение после аномального пика; – 2017–2019 гг.: нестабильность и рекордный скачок (фиксировалось несколько крупных пожаров на НПЗ и нефтебазах); – 2020–2021 гг.: влияние пандемии COVID-19, возможное снижение количества пожаров из-за временной приостановки работы некоторых предприятий с последующим возвратом к доковидным уровням; – 2022–2024 гг.: рост числа инцидентов, связанных с внешними факторами, в частности с атаками беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [5].

Тушение нефти и ее продуктов осуществляют с помощью специальной огнетушащей пены. Подачу пены для тушения пожара в резервуаре можно осуществлять двумя способами: *поверхностным* и *подслойным*. Для осуществления первого способа по периметру резервуара останавливают несколько пеногенераторов, которые осуществляют получение пены необходимой кратности и подачу ее на поверхность горящей нефти/нефтепродукта. Тем не менее, по статистике большая часть резервуаров не тушится таким способом. Это подтверждается пожарами, произошедшими в России и за рубежом [6]. Это связано в первую очередь с тем, что при аварии из строя выходят пеногенераторы, установленные на верхних поясах, а также подводящие к ним трубопроводы. В таком случае, дальнейшее тушение пожара производится с помощью передвижной пожарной техники – лафетными стволами и коленчатыми пеноподъемниками. Такие действия носят затяжной характер и обычно приводят к более сложным последствиям [7], т.к. время тушения, как важнейший показатель эффективности процесса, тушения [8]. Приведенные факты свидетельствуют о том, что тушение пожаров в резервуарах подачей пены на горящую поверхность является продолжительным и затратным. При этом экономические потери растут каждую минуту за счет выгорания нефтепродукта и расхода огнетушащих средств. Задача минимизации времени тушения является актуальной как с точки зрения материальных затрат, так и с точки зрения обеспечения безопасности пожарных расчетов, участвующих в

тушении [8]. При этом возрастает требуемое количество воды для защиты и охлаждения соседних резервуаров, а также существует большая угроза для всего персонала и техники, задействованной для тушения пожара.

Другой способ тушения пожара в резервуаре – **подслойный** – подачу пены осуществляют под слой горячей нефти/нефтепродукта. Основные преимущества подслойного тушения состоят в следующем. Применение такого способа возможно только в том случае, если резервуар оснащен системой подслойного тушения. В качестве огнетушащего состава в них также применяется пена низкой и средней кратности. Пена поднимается на поверхность нефтепродуктов. Оперативность тушения пожара в резервуаре обеспечивается образованием на поверхности воспламенившегося продукта негорючей пленки. Быстрой изоляции пеной горячей поверхности способствует саморастекающаяся из пены водная пленка раствора пенообразователя, имеющая поверхностное натяжение ниже натяжения горючей жидкости, а также конвективные потоки, которые направлены [9]. Дальность растекания пены средней кратности по поверхности горючей жидкости обычно не превышает 25 м [9]. Пленка характеризуется способностью к самозатягиванию и образуется из всплывших на поверхность мелких пузырьков пены. Пена, всплывающая на поверхность через слой горючего, способна обтекать затонувшие конструкции и растекаться по всей поверхности горючего. В результате пленка перекрывает доступ кислорода к месту пожара [8]. В результате общая температура при пожаре снижается, а интенсивность горения заметно уменьшается уже через 1,5-2 минуты с момента появления пены на поверхности. После этого процесс останавливается.

Время горения нефти/нефтепродукта в резервуаре определяет степень нагрева объема горючей жидкости, ее температуру, величину давления насыщенных паров, близость этого давления к атмосферному. Тем не менее, в работах [8,10] утверждается, что эффективность подслойного тушения пожара в резервуаре не зависит от времени развития пожара, т.к. огнетушащая пена подается в нижний слой нефти/нефтепродукта, который гораздо холоднее слоев, непосредственно прилегающих к зоне горения. Впрочем, подача огнетушащей пены в нагретый от теплоты горения резервуар может вызвать резкое вскипание жидкостей, химическое взаимодействие компонентов огнетушащей пены с компонентами нефти/нефтепродукта и т.п. Все перечисленное может вызвать снижение огнетушащей применяемых для этого составов.

В связи с вышеизложенной целью данной работы является исследование влияние различных типов пенообразователей на время подслойного тушения.

В качестве объектов исследования были выбраны три пенообразователя: «Люкс-AFFF(НСВ)» (), моющее средство «Файри» ООО («Проктер энд Гэмбл-Новомосковск», Россия) и жидкое мыло «Синергетик» (ООО «Синергетик», Россия). Следует учесть, что последние два типа пенообразователя не относятся ни к фторсодержащим, ни к пленкообразующим пенообразователям и, согласно [11], не будут иметь огнетушащих свойств при подслойном способе применения. Для проведения такого исследования была сконструирована установка, представляющая собой макет РВС-5000, уменьшенного в 90000 раз.

Для исследования влияния стадии горения на эффективность тушения необходимо выбрать время свободного горения нефти/нефтепродукта. Так как для исследования использовался макет резервуара-хранилища, т.е. малоразмерная модель, а также минимальное количество горючего вещества со временем горения около 20 минут, то были выбраны три времени горения: (1) 30 сек – **ранняя** стадия пожара, (2) 2 мин – **средняя** стадия пожара и (3) 5 мин – **поздняя** стадия пожара. Предварительные эксперименты по тушению показали, что после 5 минут горения входное отверстие, через которое осуществляется подача огнетушащего средства все еще находится под слоем горючей жидкости, а температура стального резервуара превышает 100 °С – наблюдается вскипание воды в пенорастворе.

Под временем тушения понимают время, прошедшее от начала подачи огнетушащего состава в зону горения, до полного прекращения пламенного горения [12]. Влияние типа горючего вещества и стадии пожара на процесс пожаротушения подслоиным способом представлен в табл. 2.

Таблица 2. Зависимость времени (секунды) прекращения горения нефти/нефтепродукта в резервуаре подслоиным способом тушения от времени свободного горения (пена средней кратности «Люкс-AFFF(НСВ)»).

Горючая жидкость	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Аи-92	115	163	нет тушения
ДТ	36	135	93
СН	14	23	11

Видно, что пена средней кратности, примененная для тушения горения нефти/нефтепродуктов, обладает огнетушащим действием во всех трех режимах формирования пены (высокой, низкой и средней кратности). Исключение составляет лишь применение пены высокой кратности для тушения Аи-92.

Выявление огнетушащей способности пены, полученной из моющего средства «Фейри» представлено в табл. 3 для различных жидких горючих веществ.

Таблица 3. Зависимость времени (секунды) прекращения горения нефти/нефтепродукта в резервуаре подслоиным способом тушения пеной средней кратности («Фейри») от времени свободного горения (стадии пожара).

Горючая жидкость	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Аи-92	49	192	нет тушения
ДТ	65	213	нет тушения
СН	54	148	нет тушения

Видно, что пена «Фейри», способна осуществлять тушение только на ранней и средней стадии развития горения жидкого горючего вещества в макете

резервуара. На поздней стадии горения огнетушащий состав не в состоянии справиться с горением.

Анализ полученной информации, а также наблюдение за состоянием поверхности горючей жидкости после тушения позволяет высказать предположение, что пенораствор «Фейри» растворяется в объеме нефтепродукта. Так как растворение жидких и твердых веществ увеличивается с увеличением температуры [13], в таком случае не удивительно отсутствие огнетушащего эффекта на поздних стадиях горения – пена просто не попадает на поверхность раздела бензин/воздух и не производит изоляцию горючего вещества от окислителя.

В табл. 5 представлены результаты исследования тушения горячей нефти/нефтепродуктов с применением пенораствора «Синергетик».

Таблица 5. Зависимость времени (секунды) прекращения горения нефти/нефтепродуктов в резервуаре подслоным способом тушения от времени свободного горения (пена средней кратности «Синергетик»).

Горючая жидкость	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Аи-92	147	нет тушения	нет тушения
ДТ	211	нет тушения	нет тушения
СН	нет тушения	нет тушения	нет тушения

Видно, что пена «Синергетик», способна осуществлять тушение только на ранней (30 сек.) стадии развития горения Аи-92 и ДТ в макете резервуара. На средней и поздней стадии (>2 мин) горения данный огнетушащий состав уже не в состоянии прекратить горение. Анализ полученной информации, а также наблюдение за состоянием поверхности горючей жидкости после тушения показывает, что пенораствор «Синергетик» (как и пенораствор «Фейри») растворяется в объеме нефти/нефтепродукта, т.к. растворение жидких и твердых веществ увеличивается с увеличением температуры [13]. Интересным является неспособность пены «Синергетик» прекратить горение СН вне зависимости от стадии горения. По-видимому, разнообразие углеводородов в СН наилучшим образом приводит к растворению в себе пенораствора на основе жидкого мыла «Синергетик».

Список источников:

1. Кузьмина Р.И., Штыков С.Н., Иванова Ю.В., Панкин К.Е. Оценка теплоты сгорания биотоплива на основе экстрактивных веществ из древесных отходов // Химия и технология топлив и масел. 2009. № 6 (556). С. 40-42.
2. ГОСТ 31385-2023 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия
3. Кокорин В.В., Романова И.Н., Хафизов Ф.Ш. Проблемы эффективного тушения пожаров вертикальных стальных резервуаров в слой горючего // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 3. С. 255-260.

4. Пелех М.Т., Симонова М.А. Особенности локализации и ликвидации пожаров на складах СУГ и СПГ в районах Крайнего Севера // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. Т. 10. № 2 (54). С. 216-221.
5. Кожевин Д.Ф., Радова Е.В. Анализ статистических данных о пожарах на объектах, входящих в инфраструктуру нефтяной промышленности // Проблемы управления рисками в техносфере. 2025. № 3 (75). С. 99–110. DOI: 10.61260/1998-8990-2025-3-99-110.
6. Кокорин В.В., Хафизов Ф.Ш., Контобойцев Е.А. Повышение эффективности тушения пожаров в резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов объемом 5000 м³ при подаче пены в слой горючей жидкости // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2013. № 1. С. 435-442.
7. Фещенко А.Н., Макаров С.А., Молчанов В.П., Третьяков А.В., Воевода С.С. Определение кратности пленкообразующей пены для подслоного тушения пожаров горючих жидкостей // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 9. С. 65-73.
8. Малащенко С.М., Смиловенко О.О. Прогнозирование времени тушения резервуаров при применении подслоного способа // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2016. № 1 (39). С. 68-76.
9. Никитин А.В., Кузовлев А.В. Особенности тушения нефти и нефтепродуктов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т. 1. № 9. С. 662-664.
10. Дегаев Е.Н., Пантелова Х.М. Применение подслоной системы пожаротушения для ликвидации возгорания в резервуарах с нефтепродуктами // Комплексные проблемы развития науки, образования и экономики региона. 2016. № 2 (9). С. 106-113.
11. Котляревский В. А., Шаталов А. А., Ханухов Х.М. Безопасность резервуаров и трубопроводов. - М.: Экономика и информатика, 2000. - 553 с.
12. ГОСТ 4.99-83 Система показателей качества продукции (СПКП). Пенообразователи для тушения пожаров. Номенклатура показателей
13. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: учебник. - 4-е изд., испр. - М.: Высш. шк. 2001. 526 с.

© Романова Л.Р., Тютин А.В., Хизов А.В., Панкин К.Е.

ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ ПЕНЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДСЛОЙНОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРЕ

Лидия Романовна Романова¹, Александр Васильевич Тютин²,
Ольга Александровна Ивченко³, Кирилл Евгеньевич Панкин⁴

^{1,2,3,4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹romanova1r02@yandex.ru, ²aleksandartiutin@yandex.ru, ³olgalexan607@mail.ru,

⁴texmexium@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос об эффективности прекращения горения нефти и нефтепродуктов (бензина Аи-92, дизельного топлива) пеной различной кратности с применением не образующих устойчивых пленок пенообразователей. Показано, что пена низкой и средней кратностей «Фейри» и «Синергетик» способна прекращать горение бензина Аи-92 и дизельного топлива на ранних и средних стадиях пожара. Прекращение горения сырой нефти с помощью тех же огнетушащих средств добиться не удалось.

Ключевые слова: пожар, тушение пожара, огнетушащая пена, подслоное тушение в резервуаре.

Для цитирования: Романова Л.Р., Тютин А.В., Ивченко О.А., Панкин К.Е. Влияние кратности пены на эффективность подслоного тушения пожаров в резервуаре // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 170-177.

Original article
UDC 614.841

EFFECT OF FOAM EXPANSION RATIO ON THE EFFICIENCY OF SUB- LAYER FIRE EXTINGUISHING IN A TANK

Lidia Romanovna Romanova¹, Aleksandr Vasilyevich Tyutin¹,
Olga Aleksandrovna Ivchenko¹, Kirill Evgenevich Pankin¹

^{1,2,3,4}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹romanova1r02@yandex.ru, ²aleksandartiutin@yandex.ru, ³olgalexan607@mail.ru,

⁴texmexium@mail.ru

Abstract. This article is devoted to fire suppressing efficiency for oil and petroleum product fires (AI-92 gasoline, diesel fuel) using foam of varying expansion ratios using foaming agents that do not form stable films. It is shown that low- and medium-expansion foams "Fairy" and "Synergetic" are capable of extinguishing AI-

92 gasoline and diesel fuel fires in the early and mid-stages of a fire. Crude oil fires were not extinguished using the same extinguishing agents.

Keywords: fire, fire extinguishing, fire extinguishing foam, subsurface fire extinguishing in a tank.

For citation: Romanova L.R., Tyutin A.V., Ivchenko O.A., Pankin K.E. Effect of foam expansion ratio on the efficiency of sub-layer fire extinguishing in a tank // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 170-177.

В соответствии с [1] вертикальные стальные резервуары объемом 5000 м³ должны защищаться стационарными автоматическими установками пенного пожаротушения. Огнетушащее вещество выбирают, отталкиваясь от характеристик содержимого емкости. Например, нефтепродукты нельзя заливать водой, за исключением вязких или легкозастигивающих веществ. К таким относится мазут, нефть и масло [2]. Исходя из этого, в качестве основного средства тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах применяют огнетушащие пены средней и низкой кратности, хотя, достаточную огнетушащую эффективность демонстрируют установки порошкового и газового тушения [3]. Различают воздушно-механические пены низкой кратности (4–20), средней кратности (20–200) и высокой кратности (более 200), причем под кратностью понимается отношение объема пены к объему раствора воды и ПО, содержащегося в ней [4].

Огнетушащее действие воздушно-механической пены заключается в изоляции поверхности горючего от факела пламени, снижении вследствие этого скорости испарения жидкости и сокращении количества горючих паров, поступающих в зону горения, а также в охлаждении горячей жидкости. Роль каждого из этих факторов в процессе тушения изменяется в зависимости от свойств горячей жидкости, качества пены и способа ее подачи.

Достаточно часто тушение пожаров в резервуарах хранения нефти и нефтепродуктов даже подслоинным способом не имеет успеха. Виной этому могут быть многие причины, одной из которых является отсутствие требуемой кратности воздушно-механической пены [5]. В работе [6], анализируя причины безуспешного тушения пожаров нефтепродуктов воздушно-механической пеной, приходит к выводу, что одной из важных причин является неспособность пеногенерирующего устройства обеспечить и поддерживать на должном уровне требуемую кратность пены.

Для систем подслоинного пожаротушения контроль кратности пены наиболее актуален, так как отсутствует возможность визуального контроля структуры пены, получаемой с помощью высоконапорных пеногенераторов во время тушения. на кратность пены будут оказывать влияние такие параметры, как качество пенообразователя, жесткость используемой воды, правильное дозирование и работа самих высоконапорных пеногенераторов. Все модели генераторов имеют широкий диапазон напорно-расходных характеристик. В зависимости от давления расход изменяется в пределах нескольких десятков

процентов. Безусловно, в этом случае невозможно обеспечить стабилизацию кратности пены. Как правило, при проведении испытаний высоконапорных пеногенераторов об этом не задумываются, определяется лишь возможность обеспечения кратности пены по нижней границе, соответствующей.

В работе [5] кратность пены от соотношения удельных электропроводностей пены и раствора имеет линейную зависимость, что подтверждает выводы работы [7]. Таким образом с помощью измерения электропроводности полученной пены, можно определить ее действительную кратность.

Для подслоного тушения применяют специальные пленкообразующие пенообразователи, в то время как, другие типы пенообразователей не имеют сколь-нибудь серьезной огнетушащей способности [8]. Таким образом, эффективное пожаротушение даже для специально разработанных пенообразователей очень сильно зависит от выбора кратности пены, но и поддержания этой кратности всего периода подачи ее под слой горючей жидкости. Чего же тогда ожидать от пенообразователей других типов? В связи с этим, целью данной работы является исследование влияния кратности пены непленкообразующих пенообразователей на эффективность прекращения горения подслоным способом подачи пены.

В качестве объектов исследования были выбраны три пенообразователя: «Люкс-AFFF(НСВ)», моющее средство «Фейри» ООО («Проктер энд Гэмбл-Новомосковск», Россия) и жидкое мыло «Синергетик» (ООО «Синергетик», Россия). Следует учесть, что последние два типа пенообразователя не относятся ни к фторсодержащим, ни к пленкообразующим пенообразователям и, согласно [11], не будут иметь огнетушащих свойств при подслоном способе применения. Для проведения такого исследования была сконструирована установка, представляющая собой макет РВС-5000, уменьшенного в 90000 раз.

Для исследования эффективности прекращения горения была создана специальная методика. Настройки исследовательской установки осуществляли на пленкообразующем пенообразователе «Люкс-AFFF(НСВ)». Кроме этого, эффективность прекращения горения с помощью «Люкс-AFFF(НСВ)» стала точкой отсчета для других типов пенообразователей. В табл. 1 представлены результаты расходов пены различной кратности этого пенообразователя на прекращение горение бензина Аи-92.

Таблица 1 - Зависимость расхода (граммы) пены различной кратности на прекращение горения Аи-92 в резервуаре подслоным способом тушения («Люкс-AFFF(НСВ)») от времени свободного горения

Кратность пены	Время свободного горения, с		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Низкая	345.8	623.1	нет тушения
Средняя	44.8	63.5	нет тушения
Высокая	108.5	нет тушения	нет тушения

Видно, что наибольший расход пены наблюдается при применении пены низкой кратности, что легко объяснимо большим содержанием воды в пене данного вида. Анализ данных показывает, что наблюдается вполне определенная взаимнообратная ситуация: снижение времени горения достигается только за счет увеличения скорости подачи пены в зону горения и ее повышенному расходу и наоборот малый расход пены увеличивает время, затрачиваемое на тушение.

Эффективность прекращения горения другого типа нефтепродукта – дизельного топлива (ДТ) пеной различной кратности пенообразователя «Люкс-AFFF(НСВ)» представлено в табл. 2.

Таблица 2 - Зависимость расхода (граммы) пены («Люкс-AFFF(НСВ)») на прекращение горения ДТ в резервуаре подслоиным способом тушения от времени свободного горения.

Кратность пены	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Низкая	249.3	699.8	296.1
Средняя	59.8	212.3	147.4
Высокая	67.7	126.8	-

Видно, при применении пены низкой кратности наблюдаются самые большие расходы пены на тушение. Максимальные расходы пены наблюдаются на средней стадии горения. Это объясняется тем, что на этой стадии в диффузионную зону горения поступает наибольшее количество наиболее легких углеводородов, содержащихся в ДТ. Огнетушащей пене приходится противостоять этому процессу. Пена высокой кратности не применима для тушения горения ДТ на поздней стадии горения (5 мин). Это связано с пиролизом пены на разогретых стенках макета резервуара с высвобождением заключенного в ней воздуха и поддержания процесса горения.

Результаты действия пены различной кратности пенообразователя «Люкс-AFFF(НСВ)» на горение сырой нефти (СН) представлено в табл. 3.

Таблица 3 - Зависимость расхода (граммы) пены различной кратности («Люкс-AFFF(НСВ)») для прекращения горения СН в резервуаре подслоиным способом тушения от времени свободного горения

Кратность пены	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Низкая	195.8	233.3	168.7
Средняя	23.6	34.8	19.1
Высокая	17.2	26.3	21.5

При тушении СН можно применять пену любой кратности (от низкой до высокой), единственным ограничением является повышенное время тушения при применении пены высокой кратности по сравнению с другими видами пены.

Отсюда видно, что наибольший расход пены наблюдается при применении пены низкой кратности. Объяснение этому факту дано выше. Для нефти наиболее выигрышным с точки зрения расхода пены является применение пены средней и высокой кратности, где наблюдается ее минимальный расход, что согласуется с результатами работ [9, 10]. Таким образом разработанная исследовательская установка и методика дает результаты согласующиеся с результатами более ранних работ, а это означает, что при исследовании огнетушащей способности других пенообразователей будут получены достоверные результаты.

Исследованию подверглась пена различной кратности, полученная из непленкообразующих пенообразователей: моющего средства «Фейри» и жидкого мыла «Синергетик». Количественные характеристики расхода пены («Фейри») различной кратности на прекращение горения Аи-92 представлены в табл. 4.

Таблица 4 - Зависимость расхода (граммы) пены «Фейри» различной кратности на прекращение горения Аи-92 в резервуаре подслоным способом тушения от стадии пожара.

Кратность пены	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Низкая	342.4	591.2	нет тушения
Средняя	77.9	292.7	нет тушения
Высокая	156.5	нет тушения	нет тушения

Отмечен повышенный расход пены «Фейри» на тушение горения Аи-92 в сравнении с пеной «ЛЮКС-AFFF(НСВ)». Повышенный расход пены связан с необходимостью насыщения объема жидкого горючего вещества пенораствором «Фейри» для превышения значения его растворимости и только в этом случае осуществиться процесс его вытеснения на поверхность раздела горючее вещество/воздух. По-видимому, в этом заключается пониженная огнетушащая способность пены на основе «Фейри». Расходы пены «Фейри» на тушение в 1.5-7.5 раз превышает аналогичные расходы пены на основе «ЛЮКС-AFFF(НСВ)».

Исследовано влияние пены «Фейри» различной кратности на прекращение горения ДТ представлено в табл. 5.

Таблица 5 - Зависимость расхода (граммы) пены «Фейри» различной кратности на прекращение горения ДТ в резервуаре подслоным способом от времени свободного горения.

Кратность пены	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Низкая	665.9	1736.6	нет тушения
Средняя	105.8	436.5	нет тушения
Высокая	нет тушения	нет тушения	нет тушения

Видно, что пена «Фейри» любой кратности не способна прекращать горение ДТ на поздней стадии, кроме этого, высоко кратная пена не обладает огнетушащей способностью. Это можно объяснить пиролизом пены, которая практически вся состоит из воздуха.

Следующим объектом исследования является сырая нефть (СН). Результаты представлены в табл. 6.

Таблица 6 - Зависимость расхода (граммы) пены «Фейри» различной кратности на прекращение горения сырой нефти в резервуаре подслоиным способом тушения от времени свободного горения жидкости.

Кратность пены	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Низкая	455.8	1231.2	нет тушения
Средняя	86.8	208.2	нет тушения
Высокая	нет тушения	нет тушения	нет тушения

Видно, что применение пенообразователя «Фейри» для прекращения горения СН по результатам сходно с результатами для ДТ. В этом случае «Фейри» обладает пониженными огнетушащими свойствами, что приводит к значительному расходу пены на тушение, превышающие аналогичные значения для пены «ЛЮКС-AFFF(НСВ)» в 2-6 раз.

Еще одним объектом исследования явился пенообразователь – жидкое мыло «Синергетик». Количественные характеристики тушения горения Аи-92 представлены в табл. 7.

Таблица 7 - Зависимость расхода (граммы) пены «Синергетик» различной кратности на прекращение горения Аи-92 в резервуаре подслоиным способом тушение от времени свободного горения.

Кратность пены	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Низкая	342.4	нет тушения	нет тушения
Средняя	77.9	нет тушения	нет тушения
Высокая	нет тушения	нет тушения	нет тушения

Отмечен повышенный расход пены «Синергетик» на тушение горения Аи-92 в сравнении с пеной «Фейри» и, тем более, с пеной «ЛЮКС-AFFF(НСВ)». Повышенный расход пены связан с необходимостью насыщения объема Аи-92 пенораствором «Синергетик» для превышения значения его растворимости и только в этом случае осуществиться процесс его вытеснения на поверхность раздела горючее вещество/воздух. По-видимому, в этом заключается пониженная огнетушащая способность пены на основе «Синергетик», поверхностно-активные вещества, входящие в его состав, растворяются в объеме сырой нефти высвобождают заключенный в пузырьках воздух, который и поддерживает горение в резервуаре.

Количественные характеристики расхода пены «Синергетик» различной кратности на тушение ДТ в макете резервуара представлено в табл. 8.

Таблица 8 - Зависимость расхода (граммы) пены «Синергетик» различной кратности на прекращение горения ДТ в резервуаре подслоным способом тушения от времени свободного горения.

Кратность пены	Время свободного горения		
	0.5 мин (ранняя стадия)	2 мин (средняя стадия)	5 мин (поздняя стадия)
Низкая	665.9	1736.6	нет тушения
Средняя	105.8	нет тушения	нет тушения
Высокая	нет тушения	нет тушения	нет тушения

Видно, что расход пены «Синергетик» увеличивается с увеличением времени свободного горения ДТ. Это легко объяснить тем, что, прежде чем, пена начнет концентрироваться на поверхности горящей жидкости необходимо насытить компонентами пены объем получившегося ДТ. А с увеличением времени горения, закономерно растет температура нефтепродукта, помещенного в установку, а с повышением температуры повышается растворимость жидких и твердых веществ в жидкостях [11]. Расходы пены «Синергетик» на прекращение горения ДТ в 1.5-7.5 раз превышает аналогичные расходы пены «ЛЮКС-AFFF(НСВ)».

Попытка применить пену «Синергетик» различной кратности для прекращения горения СН успехом не увенчалось. Возможно, причиной явилось способность пены «Синергетик» растворяться в объеме сырой пены.

Список источников:

1. СВОД ПРАВИЛ СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИЕ Нормы и правила проектирования.
2. Никитин А.В., Кузовлев А.В. Особенности тушения нефти и нефтепродуктов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т. 1. № 9. С. 662-664.
3. Терехнев В.В., Артемьев Н.С., Подгрушный А.В. Объекты добычи, переработки и хранения горючих жидкостей и газов. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга № 4. - М.: Пожнаука 2007. 325 с.
4. Камлюк А.Н., Грачулин А.В. Особенности применения пеногенерирующих систем со сжатым воздухом для тушения пожаров // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2018. Т. 2. № 2. С. 168-175.
5. Фещенко А.Н., Макаров С.А., Молчанов В.П., Третьяков А.В., Воевода С.С. Определение кратности пленкообразующей пены для подслоного тушения пожаров горючих жидкостей // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 9. С. 65-73.
6. Безродный И. Ф. Забытые имена – забытые знания... или “Почему не тушит пена?..” // По- жаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. 2011. Т. 20, № 12. С. 49-55.
7. Тихомиров В. К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. – 2-е изд., перераб. М.: Химия, 1983. 264 с.
8. Котляревский В. А., Шаталов А. А., Ханухов Х.М. Безопасность резервуаров и трубопроводов. - М.: Экономика и информатика, 2000. 553 с.

9. Дегаев Е.Н., Пантелова Х.М. Применение подслоной системы пожаротушения для ликвидации возгорания в резервуарах с нефтепродуктами // Комплексные проблемы развития науки, образования и экономики региона. 2016. № 2 (9). С. 106-113.

10. Малашенко С.М., Смиловенко О.О. Прогнозирование времени тушения резервуаров при применении подслоного способа // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2016. № 1 (39). С. 68-76.

11. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: учебник. 4-е изд., испр. М.: Высш. шк. 2001. 526 с.

© Романова Л.Р., Тютин А.В., Ивченко О.А., Панкин К.Е.

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ В ТОРГОВЫХ ЦЕНТРАХ

Самулик Данил Андреевич¹, Надежкина Галина Петровна²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹samulikda@mail.ru, ²nadejkinagp@yandex.ru

Аннотация. В статье проведены исследования показателей пожаров в торговых центрах, выявлены основные причины возгораний и предложены меры по повышению пожарной безопасности, включая модернизацию систем сигнализации и обучение персонала.

Ключевые слова: пожары, последствия пожаров, гибель людей, травматизм, материальный ущерб, причины пожаров, профилактика пожаров, пожарная безопасность, эвакуация, автоматические системы пожаротушения.

Для цитирования: Самулик Д.А., Надежкина Г.П. Основные показатели обстановки с пожарами и их последствия в торговых центрах // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026.С 178-180.

Original article
UDC 614.849

MAIN INDICATORS OF THE SITUATION WITH FIRES AND THEIR CONSEQUENCES IN SHOPPING CENTERS OF RUSSIA (2023-2026)

Samulik Danil Andreevich¹, Nadezhkina Galina Petrovna²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹samulikda@mail.ru, ²nadejkinagp@yandex.ru

Abstract. The article conducted studies of fire indicators in shopping centers, identified the main causes of fires and proposed measures to improve fire safety, including the modernization of alarm systems and personnel training.

Keywords: fires, consequences of fires, deaths, injuries, material damage, causes of fires, fire prevention, fire safety, evacuation, automatic fire extinguishing systems.

For citation: Samulik D.A., Nadezhkina G.P. Main indicators of the situation with fires and their consequences in shopping centers of Russia (2023-2026) // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations:

В период с 2023 по 2026 год в России отмечается устойчивый рост числа пожаров в торговых центрах. По данным МЧС России, в 2023 году было зарегистрировано 378 пожаров, в 2024 году – 415 случаев, что составляет прирост на 9,8% по сравнению с предыдущим годом. В 2025 году количество пожаров увеличилось до 426, а за неполный 2026 год зафиксировано уже 55 случаев, что свидетельствует о сохранении высокой динамики подобных происшествий.

Человеческие жертвы и травмы демонстрируют тревожную тенденцию. В 2023 году погиб 1 человек, 1 получил травмы. В 2024 году число погибших увеличилось до 9, а количество травмированных – до 56, что отражает более чем девятикратный рост летальных исходов и более чем пятидесятикратный – травматизма. В 2025 году при 426 пожарах погибло 11 человек, 68 получили травмы (почти четырёхкратный рост летальных исходов и более чем тридцатикратный – травматизма по сравнению с 2024 годом). За неполный 2026 год случаев гибели и травм не зарегистрировано (табл. 1) [1].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика пожаров и их последствий в торговых центрах.

Год	Количество пожаров	Число погибших	Число травмированных	Динамика с предыдущим годом
2023 г.	378	1	1	-
2024 г.	415	9	56	+9,8%
2025 г.	426	11	68	+2,7%
2026 г.* (с января по март)	55*	0*	0*	(неполный год)

Точные суммы ущерба не публикуются открыто, однако известно, что ежегодные материальные потери от пожаров в общественных зданиях исчисляются миллионами рублей. Учитывая масштабы торговых комплексов, можно предположить значительные финансовые затраты на восстановление повреждённых площадей и инфраструктуры.

Основные причины пожаров:

- Нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования (короткие замыкания, перегрузки, устаревшие сети);
- Неосторожное обращение с огнём, особенно в зонах общественного питания;
- Недостаточная подготовка персонала и посетителей к действиям при пожаре;

- Технические недостатки строительных конструкций и инженерных систем (сложная планировка, большие открытые пространства способствуют быстрому распространению огня и дыма) [2-3].

Особенности и риски в торговых центрах относятся к объектам с массовым пребыванием людей и сложной инженерной инфраструктурой. Их архитектурные особенности – большие площади, высокие потолки, наличие атриумов и открытых пространств – способствуют быстрому распространению дыма и огня, что существенно осложняет эвакуацию и тушение. В сочетании с высокой плотностью посетителей это создаёт дополнительные риски для жизни и здоровья [4-5].

Таким образом можно подвести рекомендации и выводы: анализ статистики подтверждает тенденцию роста числа пожаров и их последствий в торговых центрах России. Необходимы дополнительные меры по профилактике, модернизации инженерных систем, обучению персонала и информированию посетителей для снижения рисков, и минимизации ущерба. Особое значение приобретает внедрение современных систем автоматического пожаротушения, регулярное проведение тренировок по эвакуации и совершенствование нормативной базы, регулирующей проектирование и эксплуатацию торговых комплексов.

Список источников:

1. Приказ МЧС России от 18.11.2021 № 806 «Об утверждении Порядка, видов, программ обучения мерам пожарной безопасности» (с изм. 2025 г.) // Российская газета. – 2021. – № 273.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с изм. и доп. на 2026 г.) // Собрание законодательства РФ. – 1994. – № 35. – Ст. 3649.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (актуальная редакция 2025–2026 гг.) // Собрание законодательства РФ. – 2008. – № 30 (ч. I). – Ст. 3579.
4. Иванов, А.А., Петров, Б.Б. Современные риски пожарной безопасности в торговых центрах России // Пожаровзрывобезопасность. – 2024. – Т. 33, № 4. – С. 45–53.
5. Смирнов, В.В., Кузнецов, Г.Г., Лебедева, Е.Е. Анализ причин и последствий пожаров в общественных зданиях // Безопасность жизнедеятельности. – 2023. – № 11. – С. 12–19.

© Самулик Д.А., Надежкина Г.П., 2026

ОПТИМИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТОРГОВОМ ЦЕНТРЕ

Самулик Данил Андреевич¹, Надежкина Галина Петровна²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹samulikda@mail.ru, ²nadejkinagp@yandex.ru

Аннотация. В работе выполнен анализ состояния пожарной безопасности торгового центра. Определены слабые стороны технической и организационной составляющих. Разработаны рекомендации по внедрению современного отечественного противопожарного оборудования и оптимизации подготовки персонала. Реализация предложений повысит эффективность предотвращения и ликвидации пожаров, обеспечит дополнительную защиту посетителей и сотрудников центра.

Ключевые слова: пожарная безопасность, организационно-технические мероприятия, модернизация систем безопасности, обучение персонала, эвакуация, инновационные технологии, беспилотные аппараты, искусственный интеллект.

Для цитирования: Самулик Д.А., Надежкина Г.П. Оптимизация организационно-технического обеспечения пожарной безопасности в торговом центре // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 181-183.

Original article
UDC 614.849

OPTIMIZATION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SUPPORT OF FIRE SAFETY IN THE SHOPPING CENTER

Samulik Danil Andreevich¹, Nadezhkina Galina Petrovna²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹samulikda@mail.ru, ²nadejkinagp@yandex.ru

Abstract. Analysis of the state of fire safety of the Triumph Mall shopping center was performed. Weaknesses in the technical and organizational components have been identified. Recommendations have been developed for the introduction of modern domestic fire fighting equipment and optimization of personnel training. The implementation of the proposals will increase the effectiveness of fire prevention and elimination, will provide additional protection for visitors and employees of the center.

Keywords: fire safety, organizational and technical measures, modernization of security systems, personnel training, evacuation, innovative technologies, unmanned aerial vehicles, artificial intelligence.

For citation: Samulik D.A., Nadezhkina G.P. Optimization of organizational and technical support of fire safety in the shopping center // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 181-183.

Торгово-развлекательные центры, представляя собой объекты с массовым пребыванием людей, предъявляют высочайшие требования к организации системы безопасности. В этом контексте торгово-развлекательный центр «Триумф Молл» в Саратове, являясь одним из крупнейших региональных комплексов, служит наглядным примером объекта, где вопросы защиты жизни и здоровья посетителей и персонала выходят на первый план. Эффективное обеспечение пожарной безопасности здесь – это не просто формальное соблюдение норм, а непрерывный процесс анализа, модернизации и совершенствования существующих подходов [1].

Основой для построения такой системы служит нормативно-правовая база Российской Федерации. Ключевыми документами являются Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и постановление Правительства РФ № 390 «О противопожарном режиме». Эти акты задают фундаментальные стандарты для эксплуатации объектов с массовым пребыванием людей. Однако архитектурная и функциональная сложность современного ТРЦ диктует необходимость индивидуального подхода. Стандартные нормы не всегда способны учесть специфику многочисленных зон – от торговых галерей и фуд-кортв до кинотеатров и детских площадок. Именно поэтому для «Триумф Молла» был разработан и утверждён пакет специальных технических условий (СТУ), позволяющий адаптировать общие требования к уникальным особенностям конкретного здания [2].

Проведённый анализ текущей ситуации в ТРЦ «Триумф Молл» выявляет двойственную картину. С одной стороны, объект оснащён необходимыми системами: функционирует автоматическая пожарная сигнализация, имеются средства пожаротушения и системы дымоудаления. С другой стороны, аудит обнажил ряд системных проблем, требующих немедленного вмешательства. К ним относятся недостаточная доступность эвакуационных выходов, зачастую загромождённых временными конструкциями или товаром, а также отсутствие регулярной практической подготовки персонала к действиям в условиях чрезвычайной ситуации. Кроме того, отдельные элементы инженерной инфраструктуры не в полной мере соответствуют современным технологическим стандартам. Практика применения СТУ также показывает, что эти документы не являются статичными; они требуют регулярного пересмотра и актуализации в соответствии с развитием технологий и изменением нормативных требований [3-4].

Для кардинального повышения уровня защищённости необходимо реализовать комплекс взаимосвязанных мер. Первостепенное значение имеет работа с персоналом. Внедрение программы непрерывного обучения, включающей регулярные практические тренинги по эвакуации и использование цифровых платформ для моделирования нештатных ситуаций, позволит сформировать у сотрудников устойчивые навыки правильных действий. Параллельно требуется масштабная модернизация технической базы комплекса. Внедрение автоматизированных систем раннего обнаружения возгораний на базе инфракрасных датчиков и интеллектуального видеонаблюдения, а также использование роботизированных установок пожаротушения обеспечат возможность оперативного реагирования и минимизации ущерба. Не менее важным направлением является оптимизация маршрутов эвакуации: необходимо пересмотреть существующие схемы, устранить физические препятствия на путях выхода и создать дополнительные эвакуационные коридоры в критических точках здания.

Перспективы развития систем безопасности неразрывно связаны с внедрением инновационных решений. Использование беспилотных летательных аппаратов для патрулирования и мониторинга больших площадей открывает новые возможности для оперативного обнаружения очагов возгорания. Интеграция элементов искусственного интеллекта в системы контроля и управления доступом позволит перейти от реактивного реагирования к проактивному управлению рисками, своевременно идентифицируя потенциальные угрозы [5-6].

Таким образом, обеспечение высокого уровня пожарной безопасности в ТРЦ «Триумф Молл» требует комплексного подхода, объединяющего техническое переоснащение, совершенствование организационных процедур и внедрение передовых технологий. Реализация предложенных мер позволит не только привести объект в полное соответствие с актуальными требованиями законодательства, но и создать максимально безопасную и комфортную среду для всех посетителей и сотрудников центра.

Список источников:

1. Иванов, А.А., Петров, Б.Б. Современные риски пожарной безопасности в торгово-развлекательных комплексах // Пожар взрывобезопасность. – 2024. – Т. 33, № 4. – С. 45–53.
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Собрание законодательства РФ. – 2008. – № 30 (ч. 1). – Ст. 3579.
3. Смирнов, В.В., Кузнецов, Г.Г., Лебедева, Е.Е. Анализ причин и последствий пожаров в общественных зданиях // Безопасность жизнедеятельности. – 2023. – № 11. – С. 12–19.
4. Кузнецов, Д.Д., Орлов, Е.Е., Сидорова, Л.Л. Профилактика пожаров в объектах с массовым пребыванием людей: опыт и рекомендации // Вестник МЧС России. – 2025. – № 2. – С. 34–41.
5. Новиков, С.С., Захарова, Т.Т., Морозов, И.И. Современные системы автоматического пожаротушения в торговых комплексах // Инженерные системы и сооружения. – 2024. – № 3. – С. 78–85.

© Самулик Д.А., Надежкина Г.П., 2026

СОВРЕМЕННЫЕ ИНТУМЕСЦЕНТНЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ: ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ, ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Ольга Геннадьевна Удалова¹, Ярослав Сергеевич Зубков²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹priroda523@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к обеспечению огнестойкости металлических строительных конструкций с использованием интумесцентных (вспучивающихся) огнезащитных покрытий. Проанализированы принципы действия данных материалов, их состав, механизм формирования теплоизоляционного пенококсового слоя и основные преимущества по сравнению с традиционными конструктивными способами огнезащиты. Рассмотрены факторы, определяющие эффективность огнезащитных покрытий, включая толщину защитного слоя, геометрические характеристики конструкций, качество подготовки поверхности и условия эксплуатации. Особое внимание уделено современным направлениям совершенствования интумесцентных составов, связанным с использованием безгалогенных компонентов, наноматериалов, новых полимерных связующих и цифровых методов моделирования. Сделан вывод о высокой перспективности развития интумесцентных технологий как одного из наиболее эффективных средств пассивной пожарной защиты металлических конструкций в современном строительстве.

Ключевые слова: пожарная безопасность, металлические конструкции, пассивная огнезащита, интумесцентные покрытия, вспучивающиеся огнезащитные составы, огнестойкость, пенококсовый слой, наноматериалы.

Для цитирования: Удалова О.Г., Зубков Я.С. Современные интумесцентные огнезащитные покрытия металлических конструкций: особенности применения, факторы эффективности и перспективы развития // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 184-191.

Original article
UDC 614.841.345

**MODERN INTUMESCENT FIRE-RESISTANT COATINGS FOR METAL
STRUCTURES: APPLICATION FEATURES, EFFECTIVENESS FACTORS,
AND DEVELOPMENT PROSPECTS**

Olga Gennadievna Udalova¹, Yaroslav Sergeevich Zubkov²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹priroda523@yandex.ru

Abstract. The article discusses modern approaches to ensuring the fire resistance of metal building structures using intumescent (intumescent) fire-resistant coatings. The principles of action of these materials, their composition, the mechanism of formation of the thermal insulation foam-coke layer, and the main advantages compared to traditional structural fire protection methods are analyzed. The factors that determine the effectiveness of fire-resistant coatings, including the thickness of the protective layer, the geometric characteristics of the structures, the quality of surface preparation, and the operating conditions, are considered. Special attention is paid to the modern trends in improving intumescent compositions, related to the use of halogen-free components, nanomaterials, new polymer binders, and digital modeling methods. It is concluded that the development of intumescent technologies is highly promising as one of the most effective means of passive fire protection for metal structures in modern construction.

Keywords: fire safety, metal structures, passive fire protection, intumescent coatings, intumescent fire protection compositions, fire resistance, foam-coke layer, nanomaterials.

For citation: Udalova O.G., Zubkov Ya.S. Modern intumescent fire-resistant coatings for metal structures: application features, effectiveness factors, and development prospects // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 184-191.

В Российской Федерации ежегодно происходит в среднем более 250 тыс. пожаров, уничтожаются ценности более чем на 20 млрд рублей, погибает свыше 6 тыс. человек, и еще большее количество людей получает травмы.

Материальные и людские потери происходят из-за обрушения строительных конструкций, выделения тепла и газов при горении как пожарной нагрузки, так и строительных материалов.

Одной из важнейших задач пожарной безопасности является огнезащита несущих конструкций с целью предотвращения их преждевременного обрушения (до ликвидации пожара), или возгорания и горения, распространения огня.

В настоящее время эта задача решается за счет разработки и применения современных эффективных огнезащитных составов (покрытий), позволяющих снижать температуру нагрева металл без утяжеления конструкций. Такие составы имеют как органическую, так и неорганическую основы, проходят необходимые огневые испытания по стандартам и имеют сертификат на практическое использование в строительстве.

Основные требования к пассивной огнезащите, в том числе к применению и оценке свойств огнезащитных составов, регламентируются стандартами и нормами пожарной безопасности [1-10].

Огнезащитные покрытия должны не только защищать конструкции при пожаре, но и иметь хорошую адгезию к материалу и конструкции, требуемую долговечность при нормальных условиях эксплуатации, технологичность в изготовлении и нанесении на поверхность материала конструкции.

Перечисленным требованиям в наибольшей степени отвечают *интумесцентные (вспучивающиеся) покрытия*, огнезащитный эффект которых основан на теплоизолирующем действии вспененной при тепловом воздействии массы, которая препятствует притоку избыточного тепла к защищаемой поверхности и предохраняет ее от нагревания до критической температуры.

Интумесцентная огнезащита металлических строительных конструкций имеет ряд преимуществ по сравнению с аналогичными системами (обкладка, оштукатуривание, обмазка и др.):

1. Высокая эффективность. При нагревании до температуры до 200–300 °С покрытие начинает вспучиваться, увеличиваясь в объеме в 20–100 раз. Образующийся пористый пенококсовый слой обладает низкой теплопроводностью и значительно замедляет передачу тепла к металлической конструкции, что позволяет увеличить предел ее огнестойкости до R 60, R 90, R 120 и более.

2. Малый вес защитной системы. В отличие от штукатурных составов или облицовки огнестойкими плитами, интумесцентные покрытия имеют небольшую толщину (обычно 0,5–5 мм) и практически не увеличивают нагрузку на несущие конструкции.

3. Сохранение архитектурного облика. Тонкослойные покрытия позволяют сохранить видимые металлические элементы без массивной облицовки, что особенно важно для общественных зданий, спортивных сооружений, терминалов и современных промышленных объектов.

4. Технологичность нанесения. Покрытия могут наноситься безвоздушным распылением, валиком или кистью непосредственно на загрунтованную поверхность, что упрощает монтаж и ремонт огнезащитной системы.

5. Комплексная защита. Современные средства сочетают огнезащитные свойства с антикоррозионной защитой при использовании соответствующих грунтовочных и финишных покрытий.

6. Экономическая эффективность. Использование интумесцентных покрытий позволяет отказаться от тяжелых конструктивных способов огнезащиты, сократить трудоемкость монтажа и уменьшить затраты на транспортировку и установку защитных материалов.

7. Совместимость с конструкциями сложной формы. Покрытия легко наносятся на балки, колонны, фермы и узлы сложной геометрии, где применение плитной или штукатурной защиты затруднено.

8. Долговечность. При правильном выборе системы и соблюдении технологии нанесения срок службы интумесцентной защиты может превышать

20–30 лет, а для эпоксидных составов, эксплуатируемых в агрессивных средах, – быть еще больше.

9. Перспективность модернизации. Современные исследования направлены на создание интумесцентных покрытий с использованием наноматериалов, графена, силикатных наполнителей и безгалогенных компонентов, что позволяет повышать их термостойкость, атмосферостойкость и экологическую безопасность.

Предел огнестойкости стальных конструкций не является величиной однозначной и зависит от приведенной толщины конструкции, температурного режима на пожаре, условий обогрева, нагрузки, способов опирания и сочленения конструкций, а также толщины защитного слоя металла.

Известно, что при стандартном режиме пожара металлическая незащищенная конструкция теряет несущую способность и разрушается через 12-15 минут после начала пожара. При ее обработке вспучивающим покрытием, предел огнестойкости увеличивается в несколько раз и составляет 0,5 - 2 часа.

Создание новых огнезащитных покрытий требует решения ряда комплексных научных проблем в области физико-химических свойств вяжущих материалов и наполнителей.

При высокотемпературном тепловом воздействии в огнезащитных покрытиях происходят фазовые переходы, связанные с поглощением тепла и выделением газообразных продуктов, образующих пористую структуру, обладающую повышенной теплоизолирующей способностью, или образующую химические продукты, препятствующие процессу воспламенения и горения.

Интумесцентные покрытия представляют собой многокомпонентные системы. В их состав обычно входят:

- Полимерное связующее (акриловые, эпоксидные, силиконовые смолы и др.).
- Антипиреновый комплекс – вещества, замедляющие горение. Среди ключевых компонентов – полифосфат аммония (источник фосфорной кислоты и катализатор карбонизации), пентаэритрит (карбонизирующий агент), меламин (газообразующий агент и порофор).
- Галогенсодержащие вещества (например, хлорпарафины) – усиливают огнезащитный эффект.
- Наполнители (технический углерод, диоксид титана, оксид кремния и др.) – регулируют вязкость, время высыхания и механические свойства покрытия.

При нагреве до 150–250 °С интумесцентное покрытие начинает активно вспучиваться – увеличиваться в объеме в десятки раз. Из тонкого слоя (0,5–3 мм) образуется пористая пена высотой 30 –100 мм и более. Этот вспененный слой обладает низкой теплопроводностью и физически отделяет конструкцию от источника тепла.

Параллельно с вспучиванием в слое происходят химические реакции, в результате которых формируется твёрдый углеродистый слой – коксовый барьер. Он изолирует поверхность от кислорода, замедляет распространение огня и предотвращает выделение токсичных газов из материала конструкции.

Кроме того, при разложении компонентов выделяются негорючие газы (углекислый газ, водяной пар), которые создают газовый барьер и вытесняют кислород из зоны горения.

Эффективность интумесцентных огнезащитных покрытий для металлических строительных конструкций определяется комплексом взаимосвязанных факторов, влияющих на процесс формирования теплоизоляционного пенококсового слоя и его способность препятствовать нагреву металла в условиях пожара.

Одним из наиболее значимых параметров является *толщина нанесенного покрытия*, которая напрямую определяет объем образующегося вспученного слоя и продолжительность сохранения теплоизоляционных свойств. Недостаточная толщина покрытия приводит к ускоренному прогреву стальной конструкции и снижению предела ее огнестойкости, тогда как чрезмерное увеличение толщины может вызвать внутренние напряжения, образование трещин и ухудшение адгезии к основанию.

Не менее важным фактором является *коэффициент сечения металлического профиля* (H_p/A или A/V), характеризующий отношение площади нагреваемой поверхности к объему металла. Конструкции с высоким коэффициентом сечения нагреваются значительно быстрее, вследствие чего требуют нанесения более толстого слоя интумесцентного покрытия для достижения одинакового предела огнестойкости. Именно поэтому расчет необходимой толщины огнезащиты должен выполняться с учетом геометрических характеристик конкретного элемента.

Существенное влияние оказывает и *качество подготовки поверхности металла*. Наличие продуктов коррозии, загрязнений, масел или недостаточная степень очистки ухудшают адгезию покрытия, что может привести к его отслаиванию при эксплуатации или в процессе пожара. Для обеспечения надежной работы огнезащитной системы поверхность должна быть подготовлена в соответствии с нормативными требованиями, а также защищена антикоррозионным грунтовочным слоем, совместимым с интумесцентным составом.

На долговечность и эффективность покрытия оказывают влияние *условия эксплуатации*. Повышенная влажность, ультрафиолетовое излучение, перепады температур, воздействие агрессивных промышленных сред и механические повреждения способны вызывать деградацию полимерного связующего, снижение коэффициента вспучивания и ухудшение теплоизоляционных свойств пенококсового слоя. В связи с этим для наружного применения используются специальные атмосферостойкие системы с защитными финишными покрытиями.

Особое значение имеет *состав интумесцентной композиции*, включающий кислотный донор, углеродообразующий агент, газообразователь и полимерное связующее. Их количественное соотношение определяет интенсивность вспучивания, пористость и механическую прочность образующегося коксового слоя. Современные исследования показывают, что модификация рецептур нанодобавками, силикатными наполнителями и

углеродными материалами позволяет существенно повысить термостойкость и устойчивость защитного слоя к разрушению при длительном тепловом воздействии.

Таким образом, огнезащитная эффективность интумесцентных покрытий определяется не только химическим составом материала, но и совокупностью конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Комплексный учет этих параметров является необходимым условием обеспечения требуемого предела огнестойкости металлических строительных конструкций и надежной работы системы пассивной пожарной защиты в течение всего срока эксплуатации объекта [11].

В последние 10-15 лет исследования в области интумесцентных огнезащитных покрытий направлены на создание материалов нового поколения, обладающих повышенной огнестойкостью, длительным сроком службы и устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Совершенствование рецептур связано не только с увеличением теплоизоляционной способности вспученного слоя, но и с повышением механической прочности, снижением токсичности продуктов термического разложения и расширением области применения покрытий [12,13].

Одним из наиболее перспективных направлений является разработка безгалогенных интумесцентных систем, основанных на использовании экологически безопасных фосфор-, азот- и кремнийсодержащих компонентов. Такие композиции позволяют существенно снизить образование токсичных газов и коррозионно-активных веществ при пожаре, сохраняя при этом высокие показатели огнезащитной эффективности [14]. Использование подобных покрытий особенно актуально для объектов массового пребывания людей, транспортной инфраструктуры и промышленных предприятий.

Значительное внимание уделяется применению наноматериалов в составе интумесцентных покрытий. Добавление графена, углеродных нанотрубок, наноразмерного диоксида кремния, наноглин и других дисперсных наполнителей способствует формированию более однородного и прочного пенококсового слоя. Благодаря улучшению его структуры уменьшается теплопроводность защитного барьера, повышается его устойчивость к механическому разрушению и эрозии под действием высокотемпературных газовых потоков, что положительно сказывается на огнестойкости защищаемых металлических конструкций.

Другим важным направлением является совершенствование полимерных связующих. Современные исследования ориентированы на создание эпоксидных и гибридных полимерных систем с повышенной термостойкостью, эластичностью и адгезией к металлическим поверхностям. Это позволяет увеличить срок эксплуатации покрытия, повысить его стойкость к вибрационным нагрузкам, температурным деформациям и климатическим воздействиям без потери огнезащитных свойств.

Актуальной задачей остается повышение атмосферостойкости интумесцентных покрытий, предназначенных для эксплуатации в наружных условиях. Для решения этой проблемы используются гидрофобизирующие

добавки, ультрафиолетовые стабилизаторы и специальные защитные финишные слои, предотвращающие разрушение покрытия под воздействием влаги, солнечного излучения, перепадов температур и агрессивных химических факторов. Это особенно важно для стальных конструкций мостов, эстакад, производственных зданий и объектов нефтегазового комплекса.

Перспективным направлением считается также разработка многофункциональных покрытий, сочетающих огнезащитные и антикоррозионные свойства. Интеграция нескольких защитных функций в одной системе позволяет уменьшить толщину общего покрытия, сократить трудоемкость нанесения и снизить эксплуатационные расходы при сохранении высоких показателей долговечности и пожарной безопасности [15].

Особый интерес представляет внедрение цифрового моделирования и методов искусственного интеллекта при проектировании интумесцентных составов. Использование компьютерного моделирования процессов теплопередачи, кинетики вспучивания и формирования пенококсового слоя позволяет прогнозировать эффективность новых рецептур еще на этапе разработки и оптимизировать их состав без проведения большого количества дорогостоящих экспериментальных исследований.

Таким образом, дальнейшее развитие интумесцентных огнезащитных покрытий связано с применением экологически безопасных компонентов, нанотехнологий, новых полимерных связующих и цифровых методов проектирования. Реализация этих направлений позволит создать покрытия с более высокой огнезащитной.

Список источников:

1. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»;
2. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»;
3. СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85»;
4. СП 163.1325800.2014 «Конструкции с применением гипсокартонных и гипсоволокнистых листов. Правила проектирования и монтажа»;
5. СП 432.1325800.2019. Свод правил. Покрытия огнезащитные. Мониторинг технического состояния.
6. СП 433.1325800.2019 «Огнезащита стальных конструкций. Правила производства работ»;
7. ГОСТ Р 53295-2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Методы определения огнезащитной эффективности»;
8. ГОСТ 30247.0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования»;
9. ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции»;
10. ГОСТ Р 59637-2021 «Средства противопожарной защиты зданий и сооружений. Средства огнезащиты. Методы контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте».

11. Уткин, С. В. Изучение огнезащитных свойств вспениваемых составов по металлическим конструкциям при их эксплуатации / С. В. Уткин, Н. В. Семенова // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. – 2015. – № 3. – С. 43-46. – EDN BUUXOM.
12. Мельдер, Е. В. Эффективность комбинации огнезащитных вспучиваемых покрытий для стальных конструкций / Е. В. Мельдер, А. Б. Сивенков // Технологии техносферной безопасности. – 2022. – № 1(95). – С. 49-65. – DOI 10.25257/TTS.2022.1.95.49-65. – EDN YUXQQA.
13. Мельдер, Е. В. Токсичность продуктов термолитиза и дымообразующая способность огнезащитных вспучиваемых покрытий для стальных конструкций / Е. В. Мельдер, С. В. Пузач, А. Б. Сивенков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2023. – № 3. – С. 15-24. – DOI 10.25257/FE.2023.3.15-24. – EDN EZWKMK.
14. Разработка органоминеральной огнезащитной композиции на основе жидкого стекла и эпоксидной смолы / А. И. Попугаев, Г. И. Яковлев, А. Ф. Гордина [и др.] // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2024. – Т. 27, № 1. – С. 36-43. – DOI 10.22213/2413-1172-2024-1-36-43. – EDN MLCIGW.
15. Томахова, А. С. Модификация огнезащитных интумесцентных композиций добавками на основе металлфталоцианинов / А. С. Томахова, А. А. Устинов, О. А. Зыбина // Научные технологии функциональных материалов: тезисы докладов V Международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 10–12 октября 2018 года / Ответственный редактор О. Э. Бабкин. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, 2018. – С. 56-58. – EDN YONHFJ.

© Удалова О.Г., Зубков Я.С., 2026

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРУБ PP-R В СИСТЕМАХ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Ольга Геннадьевна Удалова¹, Дмитрий Владимирович Фортушнов²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹priroda523@yandex.ru, ²sts520510@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности применения полипропиленовых трубопроводов типа PP-R в системах автоматического пожаротушения и внутреннего противопожарного водопровода. Проведен анализ действующей нормативно-технической базы, регламентирующей использование неметаллических труб и фитингов в противопожарных системах. Рассмотрены основные технические характеристики полипропиленовых трубопроводов, их преимущества и ограничения применения. Особое внимание уделено наиболее распространённым предубеждениям, связанным с огнестойкостью и температурным удлинением полимерных труб. Показано, что современные жаростойкие трубы PP-R соответствуют требованиям пожарной безопасности, а вопросы температурной компенсации успешно решаются существующими конструктивными и монтажными решениями. Сделан вывод о перспективности применения полипропиленовых трубопроводных систем в качестве эффективной альтернативы традиционным стальным трубопроводам в системах противопожарной защиты.

Ключевые слова: полипропиленовые трубы PP-R; автоматическое пожаротушение; внутренний противопожарный водопровод; жаростойкость; противопожарная защита.

Для цитирования: Удалова О.Г., Фортушнов Д.В. Перспективы применение полипропиленовых труб PP-R в системах пожаротушения // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 192-198.

Original article
UDC 614.842

PROSPECTS FOR USING PP-R POLYPROPYLENE PIPES IN FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

Olga Gennadievna Udalova¹, Dmitry Vladimirovich Fortushnov²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹priroda523@yandex.ru, ²sts520510@mail.ru

Abstract. The article discusses the features of using PP-R polypropylene pipelines in automatic fire extinguishing systems and internal fire water supply systems. It analyzes the current regulatory and technical framework governing the use of non-metallic pipes and fittings in fire protection systems. The article examines the main technical characteristics of polypropylene pipelines, their advantages, and limitations. Special attention is given to the most common misconceptions related to the fire resistance and temperature expansion of polymer pipes. It has been shown that modern PP-R heat-resistant pipes meet fire safety requirements, and temperature compensation issues are successfully addressed using existing design and installation solutions. The article concludes that the use of polypropylene piping systems as an effective alternative to traditional steel piping in fire protection systems is promising.

Keywords: PP-R polypropylene pipes; automatic fire extinguishing; internal fire water supply; fire resistance; fire protection.

For citation: Udalova O.G., Fortushnov D.V. Prospects for using PP-R polypropylene pipes in fire extinguishing systems // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 192-198.

Полипропиленовые трубы уже достаточно давно вошли в нашу жизнь, вытесняя стальные.

Справившись с недостатками стальных трубопроводов - коррозией и недолговечностью, полипропиленовые трубопроводы постоянно изменяются и улучшают свои свойства для потребителей. Полипропиленовые трубы успешно вытесняют стальные трубопроводы и сейчас на Российском рынке труб водоснабжения и отопления занимают долю выше 50%.

В настоящее время трубопроводы из полипропилена активно применяются и в системах пожаротушения, успешно конкурируя со стальными трубами.

Полипропиленовые трубы прошли достаточно долгий путь эволюции. В начале появились трубы, целиком состоящие из полипропилена. В 1958 году их изобрели в Италии. Потребители по достоинству оценили преимущества новых трубопроводов, и полипропилен стал широко использоваться в системах водоснабжения, отопления и канализации.

Прогресс не стоял на месте, и в скором времени появились многослойные полипропиленовые трубы с армирующими слоями из алюминия и стекловолокна. Это увеличило жесткость и кардинально снизило их температурное расширение.

Полипропиленовые трубы со слоем стеклонеполненного полипропилена стали наиболее востребованными трубопроводами.

Сейчас мы на пороге новой революции. Полипропиленовый трубы освоили ранее недоступный рынок труб для систем противопожарного водоснабжения и пожаротушения.

Современные полипропиленовые трубопроводные системы предназначены для использования в широком спектре систем противопожарной

защиты зданий и сооружений. Они применяются в автоматических установках пожаротушения различных типов, включая водозаполненные, воздушные, пенные, спринклерно-дренчерные системы, а также установки тонкораспылённой воды низкого давления. Полипропиленовые трубопроводы могут использоваться как в самостоятельных системах пожаротушения, так и в комплексных решениях, совмещённых с внутренним противопожарным водопроводом.

Кроме того, их применение допускается во внутренних противопожарных водопроводах, в том числе объединённых с хозяйственно-питьевыми системами водоснабжения. Широкая область применения подтверждает высокий уровень надёжности и функциональности современных полимерных трубопроводных технологий.

Полипропиленовые трубы и фитинги обладают рядом существенных преимуществ перед стальными трубопроводными системами при использовании в автоматических установках пожаротушения и внутренних противопожарных водопроводах.

Благодаря технологии диффузионной сварки они образуют прочные и герметичные соединения, сопоставимые по прочности с материалом трубы. Полипропилен не подвержен коррозии, отличается химической стойкостью и сохраняет стабильные гидравлические характеристики на протяжении всего срока службы. Небольшой вес труб значительно снижает нагрузку на строительные конструкции и упрощает монтаж, сокращая его сроки и стоимость. Материал устойчив к гидроударам, обеспечивает высокий уровень пожарной безопасности при монтаже и соответствует требованиям современных систем пожаротушения.

Совокупность этих качеств обеспечивает высокую надёжность и долговечность трубопроводных систем при минимальных эксплуатационных затратах. Одним из перспективных направлений развития современных систем противопожарной защиты является применение трубопроводов из полипропилена типа PP-R (рисунок 1).



Рисунок 1. Полипропиленовые трубы и фитинги

В зависимости от конструктивного исполнения такие трубы подразделяются на однослойные и армированные стекловолокном. Использование армирующего слоя позволяет повысить прочностные характеристики трубопроводов и снизить влияние температурных деформаций в процессе эксплуатации.

Трубы РР-Р характеризуются высокими эксплуатационными показателями, что обуславливает возможность их применения в системах пожаротушения.

Для однослойных труб рабочее давление может достигать 1,2 МПа, тогда как для армированных конструкций данный показатель составляет до 2,0 МПа. Скорость движения огнетушащего вещества в трубопроводе может достигать 12 м/с, а расчетный срок службы превышает 50 лет. Важным преимуществом армированных труб является отсутствие необходимости установки дополнительных компенсаторов температурных удлинений, что способствует упрощению монтажа и снижению эксплуатационных затрат.

Особое значение при использовании полимерных трубопроводов в противопожарных системах имеет их соответствие требованиям пожарной безопасности. Жаростойкие полипропиленовые трубы и фитинги должны отвечать требованиям ГОСТ Р 58832–2020 [6], регламентирующего методы испытаний неметаллических труб и соединительных элементов на пожаростойкость в составе автоматических установок водяного и пенного пожаротушения.

Применение полипропиленовых трубопроводных систем в противопожарной защите базируется на действующей нормативно-правовой базе Российской Федерации, включающей Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1], а также своды правил и государственные стандарты [2-7], определяющие требования к проектированию, монтажу и эксплуатации внутренних противопожарных водопроводов и автоматических установок пожаротушения. Наличие нормативного регулирования подтверждает возможность использования труб РР-Р в качестве эффективного элемента современных систем обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.

На сегодняшний день нормативная база практически не содержит ограничений на применение полипропиленовых трубопроводов в системах автоматического пожаротушения и внутреннего противопожарного водоснабжения. Исключение составляют помещения, отнесённые к 7-й группе по Приложению А СП 485.1311500.2020, к которым относятся склады лакокрасочных материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Для указанных объектов в настоящее время отсутствует утверждённая методика испытаний неметаллических трубопроводов, что ограничивает возможность их нормативно обоснованного применения.

Вместе с тем, несмотря на отсутствие прямых нормативных запретов, внедрение полипропиленовых труб в противопожарных системах по-прежнему сопровождается определённым скептицизмом со стороны специалистов и эксплуатирующих организаций. Подобное отношение во многом связано с

устоявшимися представлениями о недостаточной огнестойкости полимерных материалов и недостаточным пониманием принципов функционирования систем пожаротушения.

Следует отметить, что основным требованием к трубопроводам в системах автоматического пожаротушения и противопожарного водоснабжения является не способность сохранять работоспособность при неограниченном огневом воздействии, а обеспечение целостности и функциональности в течение времени, необходимого для обнаружения пожара, срабатывания системы и подачи огнетушащего вещества к очагу возгорания. Именно этот временной интервал является определяющим критерием при оценке пожаростойкости трубопроводных систем. Современные жаростойкие полипропиленовые трубопроводы разрабатываются с учётом указанных требований и проходят соответствующие испытания, подтверждающие их пригодность для эксплуатации в составе противопожарных систем.

Ещё одним распространённым аргументом против применения полипропиленовых трубопроводов в системах противопожарной защиты является их склонность к температурным деформациям. Однако данное опасение в значительной степени утратило актуальность, поскольку современные инженерные решения позволяют эффективно компенсировать линейное удлинение полимерных труб. Для этой цели используются как специальные компенсаторы, так и армирование труб стекловолокном, существенно снижающее коэффициент температурного расширения материала.

Кроме того, условия эксплуатации систем автоматического пожаротушения и внутреннего противопожарного водопровода отличаются от условий работы систем отопления и горячего водоснабжения. В большинстве случаев трубопроводы находятся в стабильной температурной среде и не подвергаются значительным температурным колебаниям. Соответственно, возникающие линейные удлинения имеют незначительную величину и, как правило, не оказывают существенного влияния на надёжность системы.

Практика проектирования и монтажа показывает, что в системах автоматического пожаротушения и внутреннего противопожарного водопровода температурные деформации в большинстве случаев успешно компенсируются за счёт применения скользящих опор и естественных поворотов трубопроводной трассы. Это позволяет отказаться от использования дополнительных компенсационных устройств без ущерба для работоспособности и долговечности системы.

При сравнении технологии монтажа полипропиленовых и стальных трубопроводов следует отметить, что для полимерных труб требуется меньшее расстояние между опорами. Однако данный фактор компенсируется рядом существенных преимуществ. Полипропиленовые трубопроводы имеют значительно меньшую массу, не требуют проведения покрасочных работ для защиты от коррозии, а их соединение выполняется без применения огневых работ и сварочных процессов. Благодаря этому снижается трудоёмкость монтажных операций, повышается безопасность выполнения работ и сокращаются сроки строительства.

Таким образом, использование полипропиленовых трубопроводов позволяет существенно уменьшить трудовые и временные затраты на монтаж систем пожаротушения по сравнению с традиционными стальными трубопроводами, сохраняя при этом требуемый уровень надёжности и эксплуатационной эффективности.

Таким образом, проведённый анализ показывает, что современные полипропиленовые трубопроводные системы являются технически и нормативно обоснованным решением для применения в системах автоматического пожаротушения и внутреннего противопожарного водопровода. Действующая нормативная база допускает использование неметаллических трубопроводов на большинстве объектов защиты, а результаты испытаний подтверждают их способность обеспечивать работоспособность в условиях, соответствующих требованиям пожарной безопасности.

Рассмотренные предубеждения, связанные с недостаточной огнестойкостью полипропиленовых труб и их склонностью к температурным деформациям, в значительной степени обусловлены устаревшими представлениями о свойствах полимерных материалов. Современные технологии производства, применение армирующих слоёв и отработанные методы компенсации температурных удлинений позволяют успешно решать данные вопросы на этапе проектирования и эксплуатации.

Дополнительным преимуществом полипропиленовых трубопроводов являются их малый вес, коррозионная стойкость, отсутствие необходимости в проведении сварочных и покрасочных работ, а также снижение трудоёмкости монтажных процессов. Это способствует сокращению сроков строительства и уменьшению эксплуатационных затрат при сохранении требуемого уровня надёжности систем противопожарной защиты.

В условиях развития строительных технологий и расширения применения полимерных материалов можно ожидать дальнейшего роста использования трубопроводов из РР-Р в противопожарных системах. Их внедрение представляет собой не только альтернативу традиционным стальным трубопроводам, но и одно из перспективных направлений повышения технологической и экономической эффективности современных систем обеспечения пожарной безопасности.

Список источников:

1. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Свод правил СП 10.13130-2020 “Системы противопожарной защиты. ВНУТРЕННИЙ ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ ВОДОПРОВОД. Нормы и правила проектирования”.
3. Свод правил СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
4. ГОСТ 32415-2013 Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления
5. ГОСТ Р 53630-2015 Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия.

6. ГОСТ Р 58832-2020 Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Внутренний противопожарный водопровод. Трубы и фитинги из неметаллических материалов.

7. СТО 22.21.29-015-17207509-2022, шифр ВНПБ 102-22 Проектирование, монтаж и техническое обслуживание пластмассовых трубопроводов в установках пожаротушения и внутреннем противопожарном водопроводе.

© Удалова О Г., Фортуннов Д.В., 2026

Научная статья
УДК 614.849

Ибрагим Гаджиевич Хабиев¹, Галина Петровна Надежкина²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹ibragimkhabiev@mail.ru, ²nadejkinagp@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ В ЗДАНИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

Аннотация: В настоящее время существуют традиционные методы определения параметров развития пожаров в жилых домах повышенной этажности, а также алгоритмы определения параметров их тушения, что позволяет осуществить их применение на жилом комплексе.

Ключевые слова: пожарная безопасность, дома повышенной этажности, системы противопожарной защиты, задымление, оповещение, эвакуация, организационно-технические мероприятия.

Для цитирования: Хабиев И.Г., Надежкина Г.П. Особенности развития пожаров в зданиях повышенной этажности // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 199-202.

Original article
UDC 614.849

Ibrahim Hajievich Khabiev¹, Galina Petrovna Reliably²

^{1,2} Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. N. Vavilov, Saratov, Russia

¹ibragimkhabiev@mail.ru, ²nadejkinagp@yandex.ru

FEATURES OF FIRE DEVELOPMENT IN HIGH-RISE BUILDINGS

Annotation: Currently, there are traditional methods for determining the parameters of the development of fires in residential buildings of increased number of storeys, as well as algorithms for determining the parameters of their extinguishing, which allows their use in a residential complex.

Key words: fire safety, high-rise buildings, fire protection systems, smoke, warning, evacuation, organizational and technical measures.

For citation: Khabiev I.G., Nadezhkina G.P. Features of Fire Development in High-Rise Buildings // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Collection of Papers of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 199-202.

К зданиям повышенной этажности относятся общественные и жилые здания высотой от 30 до 70 метров, а также производственные здания с отметкой пола верхнего этажа 30 метров. Здания повышенной этажности имеют более высокую пожарную опасность, которая обусловлена высотой, протяжённостью и планировкой этажей, насыщенностью вертикальными коммуникациями и энергетическим оборудованием, наличием большого количества горючих материалов в виде конструкций, отделки, мебели и т.п.

Для высотных зданий характерно быстрое распространение дыма вверх по этажам, лифтовым шахтам, коммуникационным каналам. Активное распространение огня происходит сначала на одном этаже, а в дальнейшем перекидывается на вышерасположенные уровни. Этому способствует коридорная система расположения квартир, использование нестойких к огню материалов в отделке здания.

Через 5–6 минут после начала активной фазы пожара продукты горения распространяются по коридорам и лестничной площадке, уровень задымления повышается настолько, что люди не могут там находиться без индивидуальных средств защиты. Через 15–20 минут огонь перекидывается на верхние этажи.

Сложности тушения пожаров в зданиях повышенной этажности заключается в высоте здания. Большая высота зданий обуславливает длительность, сложность, в некоторых случаях невозможность подачи средств тушения в верхнюю часть здания. Также для подачи воды от городского водопровода на большие высоты, а именно начиная с двадцатого этажа, необходимо применять специальные насосы высокого давления с большим расходом.

С целью предотвращения тяжёлых последствий пожара все высотные объекты обеспечиваются системой противопожарной защиты, которая характеризуется комплексом конструктивно-планировочных решений здания, а также применением средств противопожарной защиты.

Организация тушения пожара до прибытия пожарных подразделений:

1. Проверить, сообщено ли в пожарную охрану о возникновении пожара.
2. Осуществить руководство эвакуацией людей и тушением пожара до прибытия пожарных подразделений. В случае угрозы для жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого все имеющиеся силы и средства.
3. Организовать проверку наличия жильцов, эвакуированных из здания.
4. При необходимости вызвать к месту пожара медицинскую и другие службы.

Каждый жилец, обнаруживший пожар и его признаки (задымление, запах горения или тления различных материалов, повышение температуры и т.п.) обязан:

1. Немедленно сообщить об этом по телефону в пожарную охрану по телефону 01 (при этом необходимо чётко назвать адрес учреждения, место возникновения пожара, а также сообщить свою должность и фамилию).

2.Задействовать систему оповещения людей о пожаре, приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации людей из здания в безопасное место согласно плану эвакуации.

3.Известить о пожаре жильцов.

4.Организовать встречу пожарных подразделений, принять меры по тушению пожара имеющимися в учреждении средствами пожаротушения.

Организация проведения спасательных работ.

Эвакуация людей из здания в случае пожара осуществляется через эвакуационные выходы расположенных на первом этаже здания. Выход на ЛК типа Н1 предусматривается через общий коридор в лифтовой холл, вход в ЛК с этажа через наружную воздушную зону. Имеются аварийные выходы для квартир:

- На лоджии в каждой квартире, расположенной выше 1-го этажа запроектирован аварийный выход на лоджию с глухим простенком не менее 1,2 м от торца лоджии до оконного проема, выходящего на лоджию. Одновременно с эвакуацией людей проверяют все помещения, где могут быть блокированы огнем и дымом люди и другие места, где люди могут потерять сознание при вдыхании продуктов сгорания. Состав разведки должен иметь с собой СИЗОД.

Руководитель тушения пожара обязан: установить связь с жильцами здания. И возможность использования внутренних средств связи для руководства тушением и эвакуацией.

В кратчайший срок организовать и провести эвакуацию людей, а также принять меры к предотвращению паники, если по прибытию на пожар эвакуация людей проходит спокойно, то РТП принимает меры к полному их удалению из всех помещений, привлекая для этих целей обслуживающий персонал согласно плану эвакуации. Основные силы и средства подразделений в этих случаях используют для спасения людей из задымленных помещений и тушения пожара.

Если среди людей появились признаки паники, то РТП все усилия подразделений направляет для организации четкой их эвакуации, при этом личный состав пожарных подразделений расставляют по путям эвакуации для организации спокойного выхода людей. Наиболее опытных работников пожарной охраны направляют для предотвращения паники. Для этой цели используют электромегафоны и другие средства звуковой связи.

Список литературы:

1. Федеральный закон №69-ФЗ от 21.12.1994 г. «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).
3. Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
4. Приказ МЧС России от 25.10.2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах».
5. Приказ МЧС России от 27 июня 2022 г. № 640 «Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны»

6. Приказ министерства труда и социальной защиты российской федерации от 11.12.2020 г. № 881н «Об утверждении правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны»

7. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»

8. Абдеева А. Д., Аксенов С. Г. Проблемы тушения пожаров в зданиях повышенной этажности и высотных зданиях // Студенческий форум. 2022. № 13. С. 51–54. Гвоздев Е. В., Ключев Е. А. Совершенствование мероприятий тушения пожаров в зданиях с повышенной этажностью // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2016. № 4. С. 52–59.

9. Бондарев В.Ф., Бороздин С.А., Лобов Д.А. Проведение спасательных работ с использованием передвижной пожарной техники // Пожаровзрывобезопасность, №2, 2004. – С. 50-53.

© Хабиев И.Г., Надежкина Г.П., 2026

Научная статья
УДК 621.869

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БЫСТРОСЪЕМНОГО КРЕПЛЕНИЯ ДЛЯ МОДУЛЬНЫХ КУЗОВНЫХ ПЛАТФОРМ

Ирек Раилевич Азизов¹, Сергей Александрович Анисимов²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹irekmen97@yandex.ru, ²asa.sgau@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена инженерной задаче обеспечения надежного и оперативного перепрофилирования транспортных средств. Разработана и рассчитана на прочность оригинальная конструкция устройства быстросъемного крепления сменных модулей для универсальной платформы. Приведены результаты расчетов узлов крепления на срез, смятие и изгиб, подтверждающие их надежность в условиях эксплуатационных динамических нагрузок.

Ключевые слова: быстросъемное соединение, модульная платформа, расчет на прочность, направляющая салазка, прижимной механизм, динамическая нагрузка.

Для цитирования: Азизов И.Р., Анисимов С.А. Разработка конструкции быстросъемного крепления для модульных кузовных платформ // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 203-208.

Original article
UDC 621.869

DEVELOPMENT OF A QUICK-RELEASE MOUNTING DESIGN FOR MODULAR BODY PLATFORMS

Irek Railevich Azizov¹, Sergey Alexandrovich Anisimov²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹irekmen97@yandex.ru, ²asa.sgau@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the engineering task of ensuring reliable and prompt re-profiling of vehicles. An original design of a quick-release device for

interchangeable modules for a universal platform has been developed and calculated for strength. The results of calculations of the fastening units for shear, crushing, and bending are presented, confirming their reliability under operational dynamic loads.

Keywords: quick-release coupling, modular platform, strength calculation, guide slide, clamping mechanism, dynamic load.

For citation: Azizov I.R., Anisimov S.A. Development of a quick-release mounting design for modular body platforms // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 203-208.

Повышение эффективности специализированного автомобильного транспорта напрямую связано с сокращением времени его простоя. Одним из перспективных направлений является создание машин с быстросменным навесным оборудованием [1]. Ключевым узлом таких систем является механизм крепления, от которого зависят безопасность, надежность и оперативность выполнения работ [2]. Существующие решения, такие как системы типа ISO-контейнер или Multivan, часто не адаптированы к условиям эксплуатации малой сельскохозяйственной техники [3]. Целью работы является разработка и прочностной расчет компактного, надежного и простого в эксплуатации устройства быстросъемного крепления для универсальной модульной платформы полной массой до 800 кг.

Предлагаемое устройство состоит из двух основных компонентов:

1) направляющие салазки (рис. 1), которые изготовлены из профильной трубы $80 \times 80 \times 4$ мм (Ст3), обеспечивают предварительное позиционирование модуля на платформе.

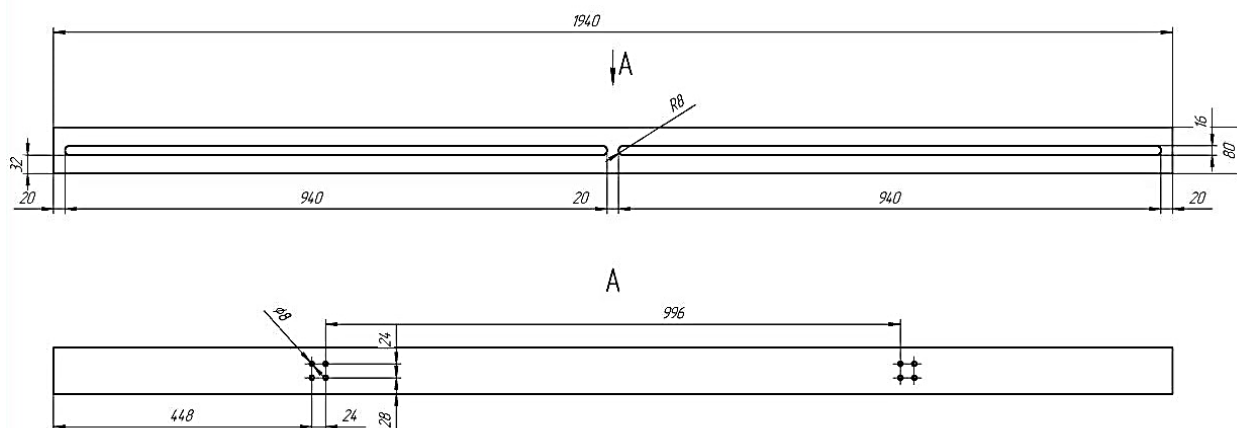


Рисунок 1 – Конструкция направляющих салазок

2) быстросъемный соединитель (механический фиксатор), обеспечивающий жесткое крепление (рис. 2). Основные элементы соединителя: корпус (1), прижимной рычаг (3), Т-образный замок (6) и стопорный палец (8).

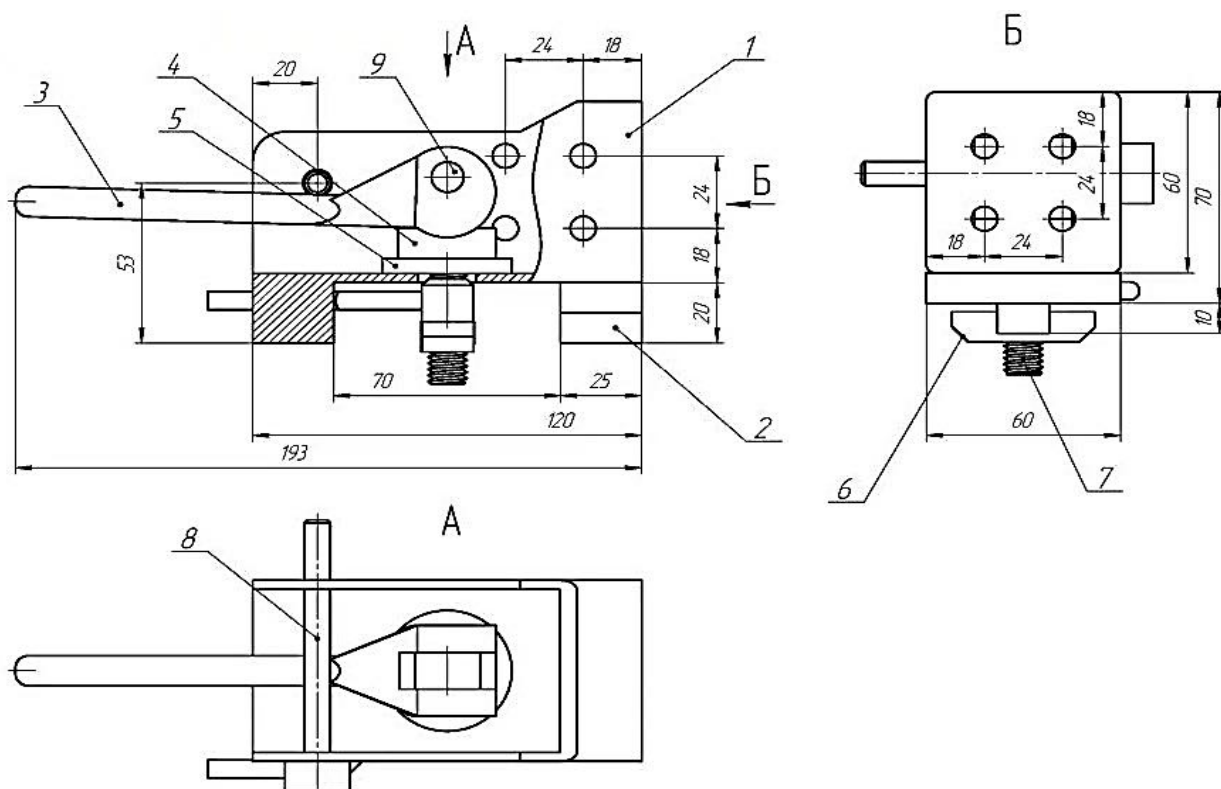


Рисунок 2 – Конструкция быстросъемного соединителя: а) общий вид; б) вид в разрезе

Принцип работы заключается в следующем. После установки модуля на салазки Т-образный замок (6) входит в зацепление. Перевод рычага замка (6) в рабочее положение активирует прижимной механизм (4, 5), обеспечивая жесткую фиксацию. Стопорный палец (8) блокирует рычаг от самопроизвольного раскрытия.

Расчеты проведены для наихудшего случая нагружения – движения по бездорожью с учетом динамических нагрузок. Использованы следующие допущения и исходные данные:

- масса модуля с грузом: $m = 800$ кг
- коэффициент динамичности: $k_{dyn} = 2.0$
- количество узлов крепления: $n = 4$
- материал соединителя: Сталь 45 ($\sigma_t = 360$ МПа)
- материал салазок: Сталь Ст3 ($\sigma_t = 245$ МПа)

Динамическая нагрузка на один узел крепления определялась по формуле:

$$F_{креп max} = \frac{m \cdot g \cdot k_{dyn}}{n}; \quad (1)$$

где:

$F_{креп max}$ - динамическая нагрузка на узел крепления, Н;

$m = 800$ кг - масса модуля с грузом;

$g = 9,81$ м/с² - ускорение свободного падения;

$k_{dyn} = 2,0$ - коэффициент динамичности;

$n = 4$ - количество узлов крепления.

$$F_{креп max} = \frac{800 \cdot 9.81 \cdot 2}{4} = 3924 H$$

Расчет болта крепления $d=12$ мм (поз. 9, рис. 2) на срез осуществлялся по формуле:

$$\tau_{ср} = \frac{F_{креп max}}{A_{ср}}; \quad (2)$$

где:

$\tau_{ср}$ - напряжение среза, Па;

$A_{ср}$ - площадь среза, м²;

$d = 0,012$ м - диаметр болта.

$$\tau_{ср} = \frac{3924}{(\pi \cdot 0,012^2) / 4} \approx 34,7 МПа$$

Коэффициент запаса по срезу определялся по формуле:

$$n_{ср} = \frac{0,6 \cdot \sigma_T}{\tau_{ср}}; \quad (3)$$

где:

$n_{ср}$ - коэффициент запаса по срезу;

$\sigma_T = 360$ МПа - предел текучести стали 45.

$$n_{ср} = \frac{0,6 \cdot 360}{34,7} \approx 6,2$$

Расчет на смятие при толщине прижимного рычага $\delta=10$ мм выполнялся по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{F_{креп max}}{b \cdot \delta}; \quad (4)$$

где:

$\sigma_{см}$ - напряжение смятия, Па;

$d = 0,012$ м - диаметр болта;

$\delta = 0,010$ м - толщина прижимного рычага.

$$\sigma_{см} = \frac{3924}{0,012 \cdot 0,01} \approx 32,7 МПа$$

Коэффициент запаса по смятию определялся по формуле:

$$n_{см} = \frac{\sigma_T}{\sigma_{см}}; \quad (5)$$

где:

$n_{см}$ - коэффициент запаса по смятию.

$$n_{CM} = \frac{360}{32,7} \approx 11$$

Также выполнялся расчет направляющих салазок на изгиб, которые рассматривались как консольная балка с вылетом $l=0.3$ м. Изгибающий момент определялся по формуле:

$$M_{изг} = F_{креп max} \cdot l; \quad (6)$$

где:

$M_{изг}$ - изгибающий момент, Н·м;

$l = 0,3$ м - вылет консоли.

$$M_{изг} = 3924 \cdot 0,3 = 1177,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет на изгиб выполнялся по формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_x}; \quad (7)$$

где:

$\sigma_{изг}$ - напряжение изгиба, Па;

W_x - момент сопротивления изгибу, м³ ($W_x = 1.23 \cdot 10^{-5}$ м³ для сечения трубы 80×80×4 мм).

$$\sigma_{изг} = \frac{1177,2}{1,23 \cdot 10^{-5}} \approx 95,7 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса прочности определялся по формуле:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{изг}}; \quad (8)$$

где:

n - коэффициент запаса прочности;

$\sigma_T = 245$ Мпа – предел текучести стали Ст3.

$$n = \frac{245}{95,7} \approx 2,6$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты прочностных расчетов элементов системы крепления

Расчетный узел	Расчетное напряжение, МПа	Допустимое напряжение, МПа	Коэффициент запаса	Нормативный коэффициент запаса
Болт на срез	34.7	216 (0.6·σ _T)	6.2	≥2.5
Узел на смятие	32.7	360	11.0	≥2.5
Направляющая салазка	95.7	245	2.6	≥2.0

Таким образом, разработана конструкция устройства быстросъемного крепления для модульной автомобильной платформы на базе шасси УАЗ 3303, обеспечивающая фиксацию модуля полной массой 800 кг.

Проведенный комплекс прочностных расчетов подтвердил высокую надежность всех элементов устройства. Коэффициенты запаса прочности по всем критериям (срез, смятие, изгиб) существенно превышают нормативные значения.

Конструкция обладает значительной устойчивостью к динамическим нагрузкам, возникающим при движении по бездорожью, что подтверждается коэффициентом динамичности $k_{dyn} = 2.0$, заложенным в расчет.

Простота конструкции и использование стандартного крепежа делают устройство ремонтнопригодным и экономически целесообразным для применения в условиях малых сельскохозяйственных предприятий.

Список источников:

1. Орлов П.И. Основы конструирования. В 2-х кн. – М.: Машиностроение, 2023. – 832 с.
2. Волков С.А. Основы проектирования автомобилей: учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. – 384 с.
3. Volkswagen Multivan: технические характеристики и системы крепления. URL: <https://www.volkswagen-newsroom.com/...> (дата обращения: 25.09.2025)
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. – М.: Машиностроение, 2022. – 928 с.
5. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 2021. – 736 с.

© Азизов И.Р., Анисимов С.А.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ ЗЕРНОСУШИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Иван Григорьевич Голубев¹

¹ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса», р.п. Правдинский, Московская область, Россия.

¹golubev@rosinformagrotech.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос оценки эффективности использования природного газа для зерносушильного оборудования.

Ключевые слова: зерносушилка, топливо, природный газ, использование, эффективность.

Для цитирования: Голубев И.Г. Эффективность использования природного газа для зерносушильного оборудования // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 209-212.

Original article
UDC 631.371:621.07

EFFICIENCY OF USING NATURAL GAS FOR GRAIN DRYING EQUIPMENT

Ivan Grigorievich Golubev¹

¹Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support for the Agro-Industrial Complex, Pravdinsky, Moscow Region, Russia

¹golubev@rosinformagrotech.ru

Annotation. The article discusses the issue of assessing the efficiency of using natural gas for grain drying equipment.

Keywords: grain dryer, fuel, natural gas, use, efficiency.

For citation: Golubev I.G. Efficiency of using natural gas for grain drying equipment // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 209-212.

Правительством Российской Федерации в 2019г. утверждена

«Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года». В 2024 году по данным Росстата в Российской Федерации собрано 125,9 млн. т. зерна (в массе после доработки) [1]. Ежегодно до 80 процентов намолачиваемого зерна требуют сушки или досушивания при его последующей обработке. Для этого широко используются: колонковые, карусельные, бункерные, контейнерные, рециркуляционные и другие типы сушилок, работающие на различных видах топлива [2]. В последние годы в мировой энергетике наблюдается тренд на более массовое использование природного газа [3]. В 2023 году "Газпром" и Минсельхоз РФ подписали соглашение о сотрудничестве в области использования газомоторного топлива, в том числе по переводу зерносушильного оборудования на природный газ [4]. Положительный опыт функционирования зерносушильного оборудования на природном газе накоплен в ряде хозяйств республик Башкирии, Удмуртии, Курганской области, Псковской области и других регионов [5,6,7,8]. Перевод зерносушильного оборудования с работы на дизельном топливе на сжиженный углеводородный газ (СУГ) имеет существенные преимущества, в том числе быструю окупаемость, надежность и безопасность [9]. Экономия топлива при переводе зерносушилок на сжиженный газ на 1 тонну продукта показана в таблице 1.

Таблица 1. Экономия топлива при переводе зерносушилок на сжиженный газ на 1 тонну продукта (данные специалистов компании «Газовик»)

№ пп	Расход топлива при сушке 1 тонны продукта, л	Дизельное топливо	Пропан-бутановая смесь (СУГ)
1	С 25% влажности до 14%	10,2	15,2
2	С 30% влажности до 14%	12,5	18,6

Для анализа расхода топлива зерносушильным оборудованием нами использовались данные, полученные при испытаниях сельскохозяйственной техники в соответствии с Приказом Минсельхоза России от 18 декабря 2018 г. №573 «Способы проведения испытаний для определения функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования федеральными государственными бюджетными учреждениями, осуществляющими проведение испытаний машин и оборудования агропромышленного комплекса, находящимися в ведении Министерства сельского хозяйства Российской Федерации». Испытания сушилок проводились на пшенице (продовольственный режим) [10]. Результаты испытаний зерносушильного оборудования, работающего на дизельном топливе и на природном газе приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты испытаний зерносушильного оборудования

Показатели	Оборудование на дизельном топливе			Оборудование на природном газе		
	«Воронеж» мод. K20	С-20 «Стандарт»	АТМ-15, мод. АТМ UNIVERSE RSAL	Серии S, мод. S16-28	Серии SD-L, KOBLiK, мод. SD-L 8-28	С-80 «Стандарт»
Расход условного топлива (не более), кг/пл. т,	3,5	7,1	8,6	2,7	3,0	8,5
Расход тепла при сушке зерна на 1 кг испаренной влаги, приведенный к $t_0 = 15^\circ\text{C}$, (не более), кДж/кг	3626	4756	3592	4337	4333	3674

Таким образом, установлено, что у сушилок, работающих на природном газе показатель «расход условного топлива» ниже аналогичного показателя для зерносушилок, работающих на дизельном топливе.

Список источников:

1. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2024 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». – М. ФГБНУ «Росинформагротех», 2025. – 103 с.
2. Голубев И.Г., Мишуров Н.П., Болотина М.Н. Сельскохозяйственная техника. машины и оборудование для послеуборочной обработки зерна. Отчет о НИР (итоговый). Номер гос. рег. 123072100010-3. ФГБНУ «Росинформагротех». 2023. –136 с.
3. Концепция развития рынка газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 августа 2025 г. № 2366-р.
4. Газпром и Минсельхоз сформируют программу перевода с/х транспорта на природный газ. Терминал удаленного доступа [Электронный ресурс] URL: <https://www.interfax.ru/russia/957398> (дата обращения 27.04.2026).
5. Аграрии Башкирии к 2033г планируют перевести зерносушилки на природный газ. Терминал удаленного доступа [Электронный ресурс] URL: <https://www.interfax-russia.ru/volga/news/agrarii-bashkirii-k-2033g-planiruyut-perevesti-zernosushilki-na-prirodnyy-gaz>(дата обращения 20.04.2026).
6. Более 30 сельхозтоваропроизводителей смогут перевести зерносушилки на природный газ// Департамент агропромышленного комплекса Курганской области. Официальный сайт. Терминал удаленного доступа [Электронный ресурс] URL: <http://dsh.kurganobl.ru/8008> (дата обращения 27.04.2026).
7. В Удмуртии выделяют первые субсидии на газификацию зерносушильных комплексов// Министерство сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики.

Официальный сайт. Терминал удаленного доступа [Электронный ресурс] URL: <https://udmapk.ru/novosti/8115/>(дата обращения 27.04.2026).

8. Волхонов М.С., Зимин И.Б., Драчев Д.Н., Зиновьев А.В. Состояние газификации топочных отделений зерносушилок сельскохозяйственного назначения и перспективы совершенствования//Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. –2020. – № 3 (32). – С. 40 - 47.

9. Перевод зерносушилок на газ (СУГ) Терминал удаленного доступа [Электронный ресурс] URL: <https://propane-butane.ru/perevod-zernosushilok-na-gaz>(дата обращения 20.04.2026).

10. Голубев И. Г. Результаты испытаний зерносушилок, работающих на дизельном топливе и природном газе // Техника и оборудование для села –2026. – № 2. – С.10-13.

© Голубев И.Г., 2026

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

Владимир Яковлевич Гольтяпин¹

¹ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса», пгт. Правдинский Московской области, Россия.

¹goltiapin@rosinformagrotech.ru

Аннотация. Рассмотрены способы, преимущества и перспективы использования газомоторного топлива на тракторах сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: сжатый природный газ, сжиженный природный газ, газомоторное топливо, трактор, дизельный двигатель, газодизельный цикл, однотопливный двигатель.

Для цитирования: Гольтяпин В.Я. Оценка перспективности использования природного газа в качестве моторного топлива для сельскохозяйственных тракторов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 213-217.

Original article
UDC 662.76:631.37

ASSESSING THE PROSPECTS OF USING NATURAL GAS AS A MOTOR FUEL FOR AGRICULTURAL TRACTORS

Vladimir Yakovlevich Goltiapin¹

¹Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support for the Agro-Industrial Complex, Pravdinsky, Moscow Region, Russia.

¹goltiapin@rosinformagrotech.ru

Annotation. The article examines the methods, advantages, and prospects for using gas motor fuel in agricultural tractors.

Keywords: compressed natural gas, liquefied natural gas, gas motor fuel, tractor, diesel engine, gas-diesel cycle, single-fuel engine.

For citation: Goltiapin V.Y. Assessing the prospects of using natural gas as a motor fuel for agricultural tractors // Innovations in Environmental Management and

Сельскохозяйственные предприятия сталкиваются с проблемой роста цен на традиционные виды топлива, что напрямую влияет на себестоимость производства. Среди видов топлива для тракторов и другой мобильной сельскохозяйственной техники, альтернативных дизельному, наиболее перспективным является природный газ. Запасы природного газа Российской Федерации составляют около 22,4% общемировых и по этому показателю она находится на первом месте [1]. В условиях необходимости повышения экономичности техники и снижения негативного воздействия на окружающую среду использование природного газа в качестве моторного топлива для сельскохозяйственных тракторов приобретает все большую значимость. Природный газ, в форме сжатого и сжиженного, представляет собой альтернативу, способную обеспечить стабильные затраты на энергоносители благодаря более низкой цене.

Утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 августа 2025 г «Концепцией развития рынка газомоторного топлива в Российской Федерации» определены приоритетные направления государственной политики в сфере использования газомоторного топлива за счет увеличения численности, в том числе, сельскохозяйственной техники, работающей на этом виде топлива [2].

Сжиженный природный газ (СПГ) получают путем охлаждения природного газа до температуры около $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$, при которой практически весь газ переходит в жидкую фазу. В таком состоянии плотность газа увеличивается почти в 600 раз, достигая порядка 440 кг/м^3 , что значительно сокращает объем для хранения и транспортировки. Важно, что СПГ в жидкой форме не является взрывоопасным, и может воспламениться только после испарения при концентрации в воздухе от 5% до 15% и наличии источника зажигания. Эти физико-химические свойства делают СПГ удобным для хранения и транспортировки в криогенных резервуарах, а также для использования в специальном оборудовании с теплоизоляцией, что актуально для применения в сельхозмашинах с ограниченным пространством для монтажа баллонов.

Компримированный природный газ (КПГ), в отличие от сжиженного, хранится в газообразном состоянии под высоким давлением, обычно порядка 20–25 Мпа. Плотность КПГ существенно ниже, чем у СПГ, что увеличивает размеры и массу газобаллонного оборудования для хранения того же объема горючего. Однако КПГ сохраняет химический состав, аналогичный источнику – в основном метан с примесями углеводородов, что обеспечивает высокую теплоотдачу при сгорании. Особенности хранения и дозирования КПГ требуют применения надежных, герметичных баллонов повышенной прочности и систем контроля давления и температуры газа [3.4].

Существуют два основных подхода к конверсии дизельных двигателей тракторов на природный газ – газодизельный цикл и переход к полностью искровому режиму. На переоборудованном газодизельном двигателе

одновременно используются природный газ и небольшое количество дизельного топлива, выполняющего роль воспламенителя. Такой способ позволяет сохранить высокую степень сжатия исходного двигателя и обеспечивает стабильное воспламенение газометановой смеси в камере сгорания. Исследования и практика использования газодизельных двигателей показала их экономичность и улучшенные экологические характеристики, так как снижаются выбросы твердых частиц и оксидов азота по сравнению с традиционными.

Второй метод – это полная конверсия дизельного двигателя в двигатель с искровым зажиганием и однотопливной газовой смесью. При этом степень сжатия уменьшается с примерно 17,5 до 11, что необходимо для предотвращения детонации. Такой переход требует замены системы подачи топлива, установки системы искрового зажигания и адаптации газового впрыска. Однотопливный газовый двигатель, работающий на бедных смесях, показывает преимущество в эффективности за счет улучшения теплообмена и снижения температуры пламени. Однако в ряде случаев потери на снижении степени сжатия компенсируются ростом параметров рабочего цикла и применением бедных топливовоздушных смесей, что позволяет достичь повышения термического КПД двигателя примерно на 13-14%.

Различия в характеристиках СПГ и КПГ влияют на выбор систем хранения и безопасности эксплуатации. СПГ требует специальных криогенных баллонов с эффективной теплоизоляцией для поддержания низких температур и избегания испарения газа, что связано с дополнительными затратами и сложностью технического обслуживания. Компримированный природный газ требует давления и периодического контроля состояния баллонов, но не требует криогенной изоляции. Выбор между этими видами природного газа определяется условиями эксплуатации, возможностями заправочной инфраструктуры, а также требованиями по энергоемкости и экологическим параметрам техники.

Выбор типа природного газа – сжиженного или сжатого – оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики сельскохозяйственных тракторов. СПГ обеспечивает более высокую энергетическую плотность и, соответственно, увеличенную автономность работы при условии наличия криогенной аппаратуры. КПГ, имея более простую систему хранения, требует большего объема и регулярности заправок, что является ограничивающим фактором при интенсивной эксплуатации в отдаленных районах.

В экономическом аспекте перспективность использования природного газа обусловлена снижением удельных затрат на топливо, улучшением ресурсной базы за счет диверсификации источников энергии, а также уменьшением риска зависимости от колебаний мировых цен на дизельное топливо. При этом следует учитывать капитальные затраты на переоборудование тракторов, монтаж газобаллонного оборудования и обеспечение инфраструктуры для заправки СПГ и КПГ.

Анализ показывает, что оба вида газомоторного топлива обладают значительными экономическими преимуществами по сравнению с традиционным дизелем, но имеют различные особенности в эксплуатации и обслуживании, влияющие на общие затраты.

Ключевым фактором экономической выгоды использования СПГ является увеличенный объем разовой заправки, который в 2,5–3,5 раза превышает аналогичный показатель у КПГ. Это приводит к уменьшению частоты заливок и связанным с ними простоям техники, что в сельскохозяйственных условиях с интенсивным полевым циклом особенно важно. Повышенная автономность при использовании СПГ снижает логистические затраты, уменьшает необходимость в крупногабаритном хранении топлива и повышает производительность оборудования за счет сокращения времени на технические операции.

Эксплуатационные затраты включают также сервисное обслуживание газобаллонного оборудования. При использовании СПГ техника показывает меньшую интенсивность технических регламентных работ благодаря меньшему количеству циклов заправки и снижению износа компонентов, связанных с подачей топлива. Однако расходы на поддержание криогенных условий хранения СПГ несколько повышают требования к технологии обслуживания. КПГ, в свою очередь, требует более частого контроля целостности и давления баллонов, а также систем безопасности, что увеличивает трудозатраты и периодичность обслуживания [5].

КПГ остается более доступным с точки зрения инфраструктуры и технологической простоты, но требует более частых дозаливок и увеличивает расходы на техническое обслуживание. В результате применение сжиженного природного газа является более перспективным и выгодным с экономической позиции, особенно в условиях масштабных сельскохозяйственных предприятий с интенсивным режимом эксплуатации техники.

Использование природного газа в сельскохозяйственных тракторах способствует значительному снижению уровня вредных выбросов по сравнению с дизельным топливом. Это улучшает экологическую обстановку, сокращает негативное воздействие на окружающую среду и обеспечивает соответствие современных мобильных сельскохозяйственных машин нормативным требованиям к эмиссиям. С учетом роста инфраструктуры по обеспечению природным газом и положительных результатов экологических исследований, переход на газомоторное топливо является эффективным инструментом повышения экологической устойчивости сельскохозяйственной техники [6].

Газомоторные версии тракторов МТЗ «Беларус» 1221 GT и МТЗ «БЕЛАРУС» 2022.3 MMZ-262 с вариантами двигателей, способных работать на сжиженном или компримированном природном газе в настоящее время предлагает АО «РариТЭК Холдинг».

Результатом сотрудничества АО «РариТЭК Холдинг» и компании Ростсельмаш является газомоторный трактор Ростсельмаш модели 2375 тягового класса 6. Это первый опыт переоборудования высокомоощного сельскохозяйственного трактора для работы на сжиженном природном газе. Оборудован моторной установкой RGK 820.636-380 максимальной мощностью

279 кВт, общая вместимость топливных баков составляет 1100 л (СПГ) и 200 л (КПГ). Данного объема хватает на 10 моточасов непрерывной работы машины в поле. Трактор прошел испытания в Татарстане на дисковании и чизелевании на одном поле с аналогами российского и зарубежного производства, работающими на дизельном топливе и показал на 12% большую производительность по сравнению с эталонным образцом [7].

Таким образом, проведенное исследование подтвердило возможность сохранения эксплуатационных характеристик тракторов при переходе на природный газ и перспективность его применения на тракторах сельскохозяйственного назначения как с экономической, так и с экологической точек зрения. Для достижения масштабного распространения необходимо продолжать совершенствование технологий и инфраструктуры, а также активизировать усилия по нормативному обеспечению и обучению персонала.

Список источников:

1. Кондратов Д.И. Эволюция российской газовой промышленности и перспективы ее развития. [Электронный ресурс]. – URL: // <https://neftegas.info/articles/article/987> (дата обращения: 27.04.2026).
2. Концепция развития рынка газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 августа 2025 г. № 2366 – 77 с.
3. Савельев Г. С., Кочетков М. Н., Овчинников Е. В., Коклин И. М. Использование природного газа в качестве моторного топлива для сельскохозяйственной техники. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-prirodnogo-gaza-v-kachestve-motornogo-topлива-dlya-selskokozyaystvennoy-tehniki> ((дата обращения: 27.04.2026).
4. Гольяпин В.Я. Перспективы применения газомоторного топлива в энергетических средствах сельскохозяйственного назначения: науч. ан. обзор. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014 – 88 с.
5. Малёнкина И.Ф., Тимофеев В.В., Коклин И.М. Техничко-экономическое обоснование создания испытательного полигона для сельскохозяйственной техники, работающей на природном газе. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehniko-ekonomicheskoe-obosnovanie-sozdaniya-ispytatelnogo-poligona-dlya-selskokozyaystvennoy-tehniki-rabotayuschey-na-prirodnom> (дата обращения: 27.04.2026).
6. Савельев Г. С., Кауров Е. Т., Шапкайтц А. Д. Коммерческая эффективность переоборудования тракторов для работы на природном газе. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kommercheskaya-effektivnost-pereoborudovaniya-traktorov-dlya-raboty-na-prirodnom-gaze> (дата обращения 27.04.2026).
7. Сельскохозяйственная техника [Электронный ресурс]. – URL: <https://raritek.ru/catalog/selskokhozyaystvennaya-tehnika/> (дата обращения: 27.04.2026).

© Гольяпин В.Я., 2026

ОБЗОР ДИССЕРТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ НА ПОЧВУ

Роман Антонович Гришин¹

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹roman040603@mail.ru

Аннотация. В статье представлен обзор двух диссертационных работ, посвященных актуальной проблеме снижения уплотняющего воздействия движителей сельскохозяйственных тракторов на почву. Рассмотрены технические решения для гусеничного трактора Т-4А (модернизация подвески опорных катков) и колесного трактора «Кировец» К-701 (установка дополнительной опорной оси). Проанализированы теоретические модели, экспериментальные методики и основные результаты исследований, подтверждающие снижение негативного воздействия на физико-механические свойства почвы и повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: уплотнение почвы, гусеничный трактор, колесный трактор, ходовая система, деформация почвы, плотность почвы, дополнительная ось, опорные катки.

Для цитирования: Гришин Р.А. Обзор диссертационных исследований по снижению воздействия ходовых систем сельскохозяйственных тракторов на почву // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 218-222.

Original article
UDC 614.849

REVIEW OF DISSERTATION STUDIES ON REDUCING THE IMPACT OF THE RUNNING SYSTEMS OF AGRICULTURAL TRACTORS ON THE SOIL

Roman Antonovich Grishin¹

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia.

¹roman040603@mail.ru

Abstract. The article presents a review of two dissertation works devoted to the actual problem of reducing the compacting effect of the propulsion units of agricultural tractors on the soil. Technical solutions for the T-4A tracked tractor (modernization of the support rollers suspension) and the Kirovets K-701-wheel tractor (installation of an additional support axle) are considered. Theoretical models, experimental techniques, and the main research results confirming the reduction of negative impact on the

physical and mechanical properties of the soil and the increase in crop yields are analyzed.

Keywords: soil compaction, tracked tractor, wheeled tractor, running gear, soil deformation, soil density, additional axle, and rollers.

For citation: Grishin R.A. Review of dissertation studies on reducing the impact of the running systems of agricultural tractors on the soil // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 217-221.

Введение. Проблема техногенного уплотнения почвы ходовыми системами сельскохозяйственных тракторов приобрела глобальный характер в связи с ростом энергонасыщенности и массы машин. Многократные проходы техники по полям приводят к переуплотнению пахотного и подпахотного горизонтов, ухудшению водно-воздушного режима, снижению содержания гумуса и недобору урожая зерновых до 20–30 %. В России ежегодный недобор зерна из-за чрезмерного воздействия движителей оценивается в 20–30 млн тонн.

В обзоре рассматриваются два подхода к снижению воздействия на почву: модернизация подвески опорных катков гусеничного трактора Т-4А (диссертация А.В. Хизова, 2007) и установка дополнительной опорной оси на колёсный трактор «Кировец» К-701 (работа под руководством проф. В.В. Слюсаренко). Также анализируются характеристики современного гусеничного трактора ТЛС-5 «Барнаулец».

Анализ проблемы и состояние вопроса. В обеих диссертациях показано, что плотность почвы после прохода тракторов может достигать 1,5–1,8 г/см³ при оптимуме 1,0–1,3 г/см³, твёрдость возрастает в 4–5 раз, глубина колеи у энергонасыщенных тракторов – 10–15 см, а урожайность снижается на 13–45 % в зависимости от кратности проходов.

В Саратовской области, где проводились исследования, насчитывалось более 20 тыс. тракторов, из них 1319 единиц Т-4А (11,3 %) и значительное количество «Кировцев» (до 13,7 % парка). При этом существующие ходовые системы не отвечали требованиям ГОСТ 26955-86 по давлению на почву (допустимо 100–120 кПа, фактически 150–300 кПа).

Технические решения и теоретические основы

Модернизация ходовой системы трактора Т-4А. В раму ходовой части встроена гидравлическая система с напорным резервуаром, к которому подключены гидроцилиндры каждого опорного катка. При наезде на неровность нагрузка выравнивается под всеми катками. Получено положительное решение на выдачу патента на полезную модель.

Разработана феноменологическая модель почвы в виде реологических ячеек, обладающих упругими, вязкими и пластическими свойствами. Основное уравнение для плотности после прохода трактора:

$$\rho_n = \rho_0 \frac{H_0}{H_0 - \sum \Delta h_n},$$

где $\sum \Delta h_n$ – деформация после n воздействий.

Модернизация трактора «Кировец» К-701. Установлена дополнительная опорная ось с двумя колёсами на разной колее, что позволяет перераспределить массу трактора между осями (с 63 % на передней оси до равномерного распределения), уменьшить кратность проходов по одному следу и исключить наложение изобар давлений.

Конструктивно ось выполнена в виде П-образной сварной рамы, шарнирно закреплённой на остова трактора, с двумя колёсами (шины 15,0/16, диаметр 938 мм, ширина 420 мм). Подъём и опускание осуществляется гидроцилиндрами.

Использована четырёхпараметрическая вязкоупругая модель, описывающая ползучесть и обратную ползучесть почвы при многократном нагружении. Получено условие оптимального расстояния между следами:

$$A = 2 \cdot h \cdot \tan \varphi,$$

где h – глубина колеи, φ – угол внутреннего трения почвы.

Методика экспериментальных исследований. Обе работы включали лабораторные и полевые испытания.

Лабораторные исследования:

Для Т-4А изготовлена экспериментальная установка с грунтовым каналом, сравнивались жёсткое крепление опорных катков и гидравлически связанное. Для «Кировца» исследовались три схемы компоновки колёс: tandemная, рядная и диагональная.

Полевые исследования проводились на чернозёме типичном среднесуглинистом в хозяйствах Саратовской области (КСП «Новая Красавка», учхоз «Красная Звезда»). Определялись: плотность и влажность почвы (метод режущих цилиндров), твёрдость (твердомер Ревякина), деформация почвы по горизонтам, глубина и ширина колеи, макроагрегатный состав (ситовой анализ), тягово-сцепные характеристики, урожайность зерновых культур. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Основные результаты

Показатель	Снижение по сравнению с серийным	
	Т-4А (модернизированный)	«Кировец»
Деформация почвы (слой 10–20 см, 12 воздействий)	33 %	31 %
Плотность почвы (пахотный горизонт)	8,6 %	9,2 %
Твердость почвы	11,2 %	20,7 %
Глубина колеи	22,4 %	до 25,7 %
Потери урожая яровой пшеницы	снижение на 0,8 ц/га	снижение на 0,5–0,8 ц/га
Потери урожая озимой пшеницы	снижение на 0,9 ц/га	снижение на 0,4–0,6 ц/га

Лабораторные исследования показали, что напряжения под опорными катками Т-4А с гидравлической связью распределяются равномерно и на 7–11 % ниже, чем при жёстком креплении. При наезде на неровность высотой 3 см пиковые напряжения снижаются на 11,6 %.

Оптимальная нагрузка на дополнительной оси «Кировца» для выравнивания веса по осям составляет 10,6–17,9 кН в зависимости от крюкового усилия. Тяговая мощность возрастает на 2,6 %, буксование снижается с 18,5 % до 15,4 %.

Обе модернизации улучшают структуру почвы: коэффициент структурности повышается на 9–15 %, коэффициент глыбистости снижается на 30–40 %, содержание ценных фракций (0,5–3 мм) увеличивается.

Особенности снижения воздействия на почву при использовании гусеничного трактора ТЛС-5 «Барнаулец». Трактор ТЛС-5 «Барнаулец» оснащён полужесткой рычажно-балансирной подвеской с четырьмя каретками, ширина звеньев гусеничной ленты составляет 500 мм при высоте грунтозацепов 51 мм. Удельное давление на грунт – 0,5–0,508 кгс/см² ($\approx$ 50–51 кПа) при эксплуатационной массе 13,74 т, что вдвое ниже предельно допустимых агротехническими требованиями 100 кПа для весеннего периода.

По имеющимся оценкам, гусеничная техника оказывает давление на почву в 5–5,5 раз меньше, чем колёсная. В сравнении с трактором «Кировец» К-700, удельное давление которого может достигать 2,54 кгс/см² ($\approx$ 250 кПа), уровень уплотнения грунта при работе ТЛС-5 снижается на 20–30 %.

Использование ТЛС-5 позволяет начинать весенние полевые работы на 3–5 дней раньше колёсных машин, что улучшает сохранение влаги и способствует повышению урожайности. Благодаря минимальному уплотнению почвы сокращается потребность в энергозатратных операциях по рыхлению переуплотнённых горизонтов.

Заключение

1. Проблема переуплотнения почвы является общей для гусеничных и колёсных тракторов. Пути её решения различаются: для гусеничных – выравнивание давления под опорными катками, для колёсных – перераспределение массы между осями и увеличение числа опорных точек.

2. Модернизация подвески опорных катков гусеничного трактора Т-4А (гидравлическая связь между катками) позволила снизить деформацию почвы на 33 %, плотность – на 8,6 %, глубину колеи – на 22,4 %, а потери урожая – на 0,8–0,9 ц/га.

3. Установка дополнительной опорной оси на колёсный трактор «Кировец» К-701 с разнесением колёс на разную колею обеспечила снижение нормальных напряжений в почве до 36 %, глубины колеи – до 25,7 %, а потерь урожая озимой пшеницы – на 0,5–0,8 ц/га.

4. Современный гусеничный трактор ТЛС-5 «Барнаулец» с удельным давлением 50–51 кПа полностью соответствует агротехническим требованиям (ГОСТ 26955-86: не более 100–120 кПа) и оказывает на почву в 5 раз меньшее давление, чем колёсные аналоги. Это позволяет начинать полевые работы на 3–5 дней раньше и сокращать затраты на последующее рыхление.

5. Все рассмотренные решения характеризуются быстрой окупаемостью дополнительных капиталовложений (0,6–0,8 года) и формируют годовой экономический эффект за счёт снижения потерь урожая, экономии горюче-смазочных материалов (0,3–0,4 кг/га) и сохранения почвенного плодородия.

Общий вывод. Проблема техногенного переуплотнения почв имеет эффективные инженерные решения, подтверждённые экспериментально и экономически обоснованные. Внедрение модернизированных ходовых систем на существующем парке тракторов (Т-4А, К-701) и переход на новую почвозащитную технику (ТЛС-5) являются реальными инструментами повышения урожайности, сохранения плодородия и устойчивого развития сельскохозяйственного производства.

Список источников:

1. Хизов, А. В. Снижение воздействия ходовой системы гусеничного трактора Т-4А на почву: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореферат диссертации ... кандидата технических наук / Хизов Андрей Викторович. – Саратов, 2007. – 23 с. – EDN NIZRKV.

2. Русинов, А. В. Улучшение агротехнической проходимости энергонасыщенных сельскохозяйственных тракторов путем оптимизации параметров ходовой системы: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация ... кандидата технических наук / Русинов Алексей Владимирович. – Саратов, 2001. – 150 с. – EDN QDJFSX

© Гришин Р.А., 2026

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ САМОТЕЧНОЙ СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА

Мария Владимировна Гришина¹, Ирина Александровна Дерягина²,
Евгения Александровна Сидорова³

^{1,2,3}Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Мытищи, Московская область, Россия

¹mariya.grishina.06@mail.ru, ²iaderyagina@yandex.ru, ³esidorova022@mail.ru

Аннотация. В работе выполнен расчет простой самотечной системы капельного полива, в которой вода подается из бака в одну поливную трубу или в магистраль, разделяющуюся на две параллельные поливные трубы. Цель расчета – подобрать внутренний диаметр входной трубы, внутренний диаметр труб, идущих вдоль грядки, и диаметры отверстий, чтобы расход из каждого отверстия был примерно одинаковым. Расстояние между отверстиями принято 0,35–0,40 м; в расчетах использован средний шаг 0,375 м. Поскольку в исходном задании не указаны высота бака, желаемый расход на растение, длина подводящей магистрали и материал труб, расчет выполнен как проектный пример.

Ключевые слова: гидравлический расчет, капельный полив, самотечная система, диаметр трубопровода, равномерность расхода.

Для цитирования: Гришина М.В., Дерягина И.А., Сидорова Е.А. Гидравлический расчет самотечной системы капельного полива // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 223-230.

Original article
UDC 631.674.6

HYDRAULIC CALCULATION OF A GRAVITY-FED DRIP IRRIGATION SYSTEM

Maria Vladimirovna Grishina¹, Irina Alexandrovna Deryagina²,
Evgeniya Alexandrovna Sidorova³

^{1,2,3}Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University, Mytishchi, Moscow region, Russia

¹mariya.grishina.06@mail.ru, ²iaderyagina@yandex.ru, ³esidorova022@mail.ru

Abstract. This paper presents a hydraulic calculation of a simple gravity-fed drip irrigation system, in which water is supplied from a tank either to a single irrigation pipe or to a main line branching into two parallel irrigation pipes. The objective is to

select the internal diameter of the inlet pipe, the diameters of pipes running along the garden bed, and the orifice diameters to ensure approximately uniform flow from each outlet. The spacing between orifices is set at 0.35–0.40 m, with an average step of 0.375 m used in calculations. Since the initial task does not specify tank height, desired flow rate per plant, length of the supply main, or pipe material, the calculation is performed as a design example.

Keywords: hydraulic calculation, drip irrigation, gravity-fed system, pipe diameter, flow uniformity.

For citation: Grishina M.V., Deryagina I.A., Sidorova E.A. Hydraulic calculation of a gravity-fed drip irrigation system // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 223-230.

Восстановление лесных массивов и повышение эффективности сельскохозяйственного производства требуют применения ресурсосберегающих технологий полива. Капельное орошение обеспечивает точную дозированную подачу воды непосредственно к корневой зоне растений, что способствует экономии водных ресурсов и повышению приживаемости посадочного материала. Особую актуальность данные технологии приобретают при выращивании саженцев в контролируемых условиях, где стабильность параметров полива напрямую влияет на продуктивность системы.

Традиционные подходы к проектированию систем капельного полива часто не учитывают гидравлическую неравномерность распределения расхода вдоль поливной линии, что приводит к неоднородному увлажнению и снижению эффективности агротехнических мероприятий. В связи с этим возникает необходимость выполнения детального гидравлического расчета, позволяющего обоснованно подобрать геометрические параметры трубопроводов и эмиттеров для обеспечения равномерного полива.

Предлагается методика проектного расчета самотечной системы капельного полива, рассматривающая две конфигурации: с одной поливной трубой (рис. 1а) и с двумя параллельными трубами (рис. 1б) для грядок длиной 6, 8 и 10 м.

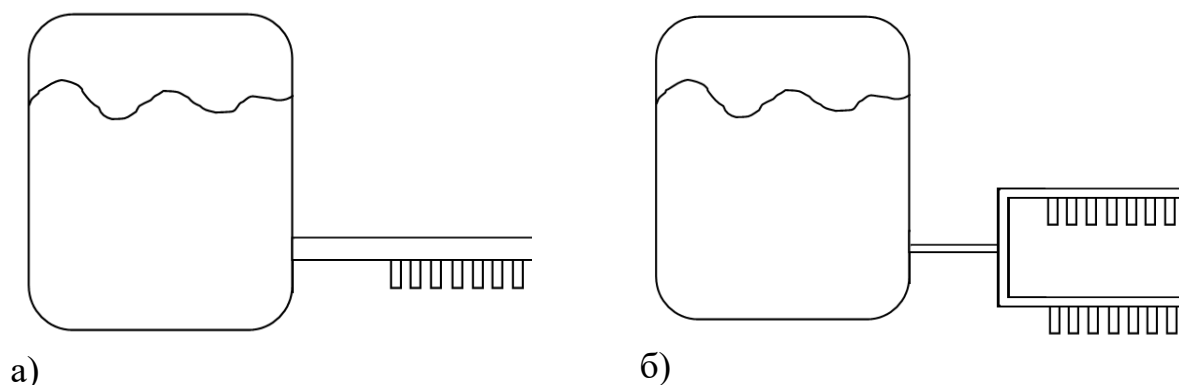


Рис. 1. Схема самотечной системы: а) с одной поливной трубой, б) с двумя параллельными трубами

Для расчета необходимо 3 элемента:

1. Уравнение неразрывности – используется как база для связи внутреннего диаметра трубы с расчетным расходом и допустимой скоростью;
2. Зависимость Дарси-Вейсбаха – применяется для определения потерь напора в трубопроводе;
3. Формула истечения жидкости через отверстие – служит для расчета диаметров отверстий и обеспечения равномерности расхода вдоль всей линии.

Рассмотрим каждый из элементов.

Уравнение неразрывности. Базой расчета служит уравнение неразрывности (1): для установившегося течения несжимаемой жидкости расход Q (м³/с) равен произведению средней скорости v (м/с) на площадь живого сечения S (м²),

$$Q = vS \quad (1)$$

Поэтому внутренний диаметр трубы D (м) можно связать с расчетным расходом и допустимой скоростью (2):

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}} \quad (2)$$

Второй элемент расчета – потери напора в трубопроводе (3). Для круглой трубы используется зависимость Дарси-Вейсбаха:

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (3)$$

где λ - коэффициент гидравлического трения, L - длина участка (м), D - внутренний диаметр трубы (м), v - средняя скорость воды (м/с), $g = 9,81$ (м/с²).

Для поливной трубы с отверстиями расход вдоль длины уменьшается: в начале по трубе идет полный расход всех нижележащих отверстий, а к концу расход стремится к нулю. Поэтому потери напора считаются по участкам между соседними отверстиями.

Третий элемент – истечение воды через малое отверстие. Для тонкой стенки расход через круглое отверстие q (м³/с) описывается следующим выражением (4):

$$q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2gH} \quad (4)$$

где q - расход одного отверстия (м³/с), μ - коэффициент расхода, $A = \pi \cdot \frac{d_0^2}{4}$ - площадь отверстия (м²), H - местный напор перед отверстием (м).

Отсюда диаметр отверстия (5):

$$d_0 = \sqrt{\frac{4q}{\pi \cdot \mu \cdot A \cdot \sqrt{2gH}}} \quad (5)$$

Из этой формулы видно, почему последние отверстия надо делать немного больше: вдоль трубы напор H падает, а для сохранения того же q площадь отверстия должна возрасти.

В схеме с двумя параллельными трубами использовано правило параллельных трубопроводов: общий расход равен сумме расходов по ветвям, а

потери напора между общими точками разветвления и соединения одинаковы. Поэтому при двух одинаковых поливных линиях расход делится поровну, если длины, диаметры и число отверстий в ветвях одинаковы. Входная труба до разветвления должна пропустить суммарный расход двух ветвей.

Исходные допущения и принятые значения параметров представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные допущения и принятые значения параметров

Параметр	Принято в расчете
Вода	$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3, g = 9,81 \text{ м/с}^2$
Напор у входа в поливную трубу	$H_0 = 1,50 \text{ м}$ водяного столба
Допустимое падение напора вдоль поливной трубы	0,15 м, то есть 10% от H_0
Расход через одно отверстие	$q = 2 \text{ л/ч}$ на растение
Шаг отверстий	0,375 м, с округлением числа отверстий до целого
Коэффициент расхода отверстия	$\mu = 0,62$ для малого круглого отверстия
Коэффициент гидравлического трения	$\lambda = 0,03$, расчетное значение для малых пластиковых труб
Расчетная скорость во входной трубе	$v = 0,30 \text{ м/с}$, чтобы потери в самотечной подаче были небольшими

Принятые значения не являются единственно возможными. Если бак поднят выше, отверстия можно делать немного меньше при том же расходе; если требуется больший расход на растение, отверстия увеличиваются пропорционально квадратному корню из расхода. Например, увеличение q с 2 до 4 л/ч дает рост диаметра отверстий примерно в $\sqrt{2}$ раз. Самый чувствительный параметр для потерь в трубе – внутренний диаметр: даже небольшое уменьшение просвета заметно увеличивает потери напора.

Для определения ключевых геометрических параметров системы (диаметров труб и отверстий), составим расчетную методику.

Алгоритм расчета включает следующие этапы:

1. Число отверстий N на одной линии (рассчитывается исходя из длины грядки L (м) и среднего шага полива) (6):

$$N \cong \frac{L}{0,375} \quad (6)$$

Получаем значения: для 6 м – 16 отверстий, для 8 м – 21 отверстие, для 10 м – 27 отверстий. Фактический шаг остается в пределах 0,35-0,40 м.

2. Расчет суммарного расхода.

Для одной трубы на грядку - это полный расход системы (7):

$$Q_{line} = N \cdot q \quad (7)$$

Для двух параллельных труб общий расход до разветвления (8):

$$Q_{total} = 2 \cdot Q_{line} \quad (8)$$

Входная труба рассчитывалась по уравнению расхода (9):

$$D_{in} = \sqrt{\frac{4Q_{total}}{\pi v_{main}}} \quad (9)$$

где Q_{total} - расход всей системы до разветвления ($\text{м}^3/\text{с}$), $v_{main} = 0,30 \text{ м/с}$.

3. Проверка потерь напора.

Диаметр поливной трубы выбирается так, чтобы суммарная потеря напора по участкам между отверстиями была не более 0,15 м.

4. Расчет геометрии отверстий.

После определения местного напора H_i у каждого отверстия расчетный диаметр отверстия находится из выражения (10):

$$d_i = \sqrt{\frac{4q}{\pi \cdot \mu \cdot \sqrt{2gH_i}}} \quad (10)$$

Конфигурация 1 (рис. 1а): из бака выходит одна труба и питает одну поливную линию

В этой схеме на грядке располагается одна поливная труба. Входная труба из бака имеет тот же расход, что и поливная линия. По мере увеличения длины грядки растет число отверстий, а значит, увеличивается суммарный расход и требуется больший диаметр, как входной трубы, так и самой поливной трубы.

Таблица 2. Результаты схемы с одной трубой на грядке

L, м	N, шт.	Шаг, м	Q, л/ч	D _{вход} , мм	D _{полив.} , мм	Отверстия, мм: вход-середина-конец
6	16	0.375	32	6.14	4.91	0.461 - 0.470 - 0.471
8	21	0.381	42	7.04	5.78	0.460 - 0.469 - 0.471
10	27	0.370	54	7.98	6.66	0.460 - 0.469 - 0.471

Для капельного полива грядки 6 м расчетный внутренний диаметр поливной трубы получается около 4,9 мм, а для 10 м - около 6,7 мм. Поэтому в практическом исполнении разумно принять не менее 6 мм для грядок 6-8 м и не менее 8 мм для грядки 10 м. Входная труба при одной линии по расчету находится в диапазоне 6,2-8,0 мм, поэтому удобное практическое решение – входная труба с внутренним диаметром около 8 мм для всех трех длин.

Диаметр отверстий меняется слабо: от примерно 0,460 мм у входа до 0,471 мм у конца. Это связано с тем, что диаметр поливной трубы специально подобран так, чтобы падение напора не превышало 10%. Если все отверстия просверлить одинаковым диаметром, расход последних отверстий будет немного меньше, но при выбранных диаметрах трубы отклонение останется малым. Для более точного равномерного полива последние отверстия делаем на 0,01 мм больше, что практически означает применение калиброванных эмиттеров, а не ручное сверление.

Конфигурация 2 (рис. 1б): из бака выходит одна труба, затем делится на две параллельные поливные трубы

Во второй схеме до разветвления идет одна входная труба, а затем она делится на две одинаковые параллельные трубы, уложенные вдоль грядки. Расчет выполнен для случая, когда на каждой из двух труб отверстия имеют тот

же шаг 0,35-0,40 м и тот же расход 2 л/ч на отверстие. Поэтому каждая поливная линия гидравлически повторяет схему 1, но входная труба до тройника должна пропустить двойной расход.

Таблица 3. Результаты схемы, где до разветвления идет одна входная труба, а затем она делится на две одинаковые параллельные трубы

L, м	Отв. всего, шт.	Q всего, л/ч	D вход., мм	D каждой полив., мм	Отверстия каждой трубы, мм
6	32	64	8.69	4.91	0.461 - 0.470 - 0.471
8	42	84	9.95	5.78	0.460 - 0.469 - 0.471
10	54	108	11.28	6.66	0.460 - 0.469 - 0.471

Главный вывод по схеме с двумя параллельными трубами: диаметры отверстий и диаметр каждой поливной трубы остаются такими же, как в схеме 1, если каждая ветвь имеет такую же длину и такое же количество отверстий. Изменяется входная труба до тройника: ее расчетный диаметр возрастает примерно в $\sqrt{2}$ раз, поскольку расход через нее удваивается при той же допустимой скорости. Для 6 м расчет дает около 8,7 мм, для 8 м - около 10 мм, для 10 м - около 11,3 мм; практически это соответствует внутренним диаметрам около 10 мм для 6-8 м и около 12 мм для 10 м.

Таблица 4. Итоговая сравнительная таблица

Схема	L, м	Расход всего, л/ч	D вход. расчет/принять, мм	D полив. расчет/принять, мм	Диапазон отверстий, мм
1 линия	6	32	6.14 / 8	4.91 / 5	0.461–0.471
	8	42	7.04 / 8	5.78 / 6	0.460–0.471
	10	54	7.98 / 8	6.66 / 8	0.460–0.471
2 линии	6	64	8.69 / 10	4.91 / 5	0.461–0.471
	8	84	9.95 / 10	5.78 / 6	0.460–0.471
	10	108	11.28 / 12	6.66 / 8	0.460–0.471

Сравнение показывает, что увеличение длины грядки с 6 до 10 м в первую очередь влияет на расход и на диаметр трубы на грядку. При сохранении одинакового расхода на растение и того же допустимого падения напора расчетный диаметр поливной трубы увеличивается примерно с 4,9 до 6,7 мм. Диаметр отверстий в начале трубы практически не меняется и держится около 0,46 мм, а к концу трубы возрастает до 0,471 мм. Малое изменение отверстий - следствие правильно подобранного диаметра трубы.

Переход к двум параллельным линиям не уменьшает диаметр отверстий в каждой линии, если каждая линия обслуживает собственный ряд растений с тем же шагом и расходом. Но такая схема удваивает суммарный расход воды и

требует более крупной входной трубы до разветвления. Взамен она дает более равномерное распределение влаги по ширине грядки, что удобно для двухрядной посадки.

Данный расчет является гидравлическим приближением. В реальной системе дополнительно влияют длина подводящей трубы от бака до грядки, высота водяного столба при опорожнении бака, загрязненность воды, засорение отверстий, наличие фильтра, кранов, тройников и изгибов. Если подводящая труба длинная, ее потери надо добавить к расчету напора. Если уровень воды в баке сильно меняется, то расход всех отверстий будет снижаться по мере опорожнения, потому что q пропорционален $\sqrt{H}$. Поэтому для стабильного полива полезно ставить бак большого объема, поддерживать постоянный уровень или использовать регулятор давления.

В ходе выполнения данной работы была разработана расчетная модель самотечной системы капельного полива, базирующаяся на классических законах гидродинамики. Основным достижением исследования является создание пошагового алгоритма, позволяющего с высокой точностью определять геометрические параметры системы – внутренние диаметры магистральных и поливных труб, а также размеры капельных отверстий. В результате проведенных вычислений установлены конкретные диапазоны диаметров (от 5 до 11 мм в зависимости от конфигурации), обеспечивающие гидравлическую устойчивость при низком напоре.

Перспективы дальнейшего использования и развития предложенной системы связаны прежде всего с её энергонезависимостью и простотой масштабирования. Поскольку работа системы основана на принципе гравитации, она представляет значительный интерес для внедрения на удаленных участках, не имеющих доступа к электросетям и напорному водопроводу. Методика расчета может быть адаптирована для более сложных конфигураций с большим количеством параллельных линий или для изменения интенсивности полива под конкретные агротехнические требования различных культур.

Список источников:

1. Воеводина Л. А. Тенденции развития и перспективы применения капельного орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2012. – № 3(07).
2. Овчинников А. С. Применение ресурсосберегающих способов полива при возделывании сельскохозяйственных культур / А. С. Овчинников, М. П. Мещеряков // Гидромелиорация и сельскохозяйственное водоснабжение. – 2007. – № 1(5).
3. Триандафилов Л. Ю. Глава 2. Гидродинамика: уравнение неразрывности, режимы движения, истечение через отверстия.
4. Тюрин М. П., Бородин Е. С. Газодинамика. Практикум. Часть 2: расчет трубопроводов, потери напора, параллельное соединение трубопроводов.
5. Grundfos. Теоретические основы гидравлики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rus-grundfos.ru/content/dam/local/ru-ru/page-assets/support/documents/catalogs/book-theory-gydrav-70007491-0519.pdf> (дата обращения: 13.05.2026.)
6. Grundfos. Теория перекачивания жидкостей: физические условия выбора насоса, расход, потери давления в трубопроводах [Электронный ресурс]. – URL: <https://rus-grundfos.ru/content/dam/local/ru-ru/page-assets/support/documents/catalogs/book-pumptheory-91830082-1119.pdf> (дата обращения: 13.05.2026.)

7. KSB. Пособие по расчету параметров насосов: напор установки и потери напора в прямых трубопроводах (Электронный ресурс). – URL: <https://rsnasos.ru/info/ksb-rassch-param-centrofej-nasosov.pdf> (дата обращения: 13.05.2026.)

© Гришина М.В., Дерягина И.А., Сидорова Е.А., 2026

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ОТ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Евгений Геннадьевич Иванченко¹, Ольга Валериевна Карпова²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹nelli4ka1981@mail.ru, ²oliviy2004@bk.ru

Аннотация. В статье приведен обзор машин и оборудования для очистки древесно-кустарниковой растительности в зависимости от функций и конструктивных параметров. Рассмотрены особенности рабочих элементов кусторезов, их применяемость для очистки оросительных каналов.

Ключевые слова: машины и оборудование, кусторезы, очистка древесно-кустарниковой растительности.

Для цитирования: Иванченко Е.Г., Карпова О.В. Анализ технических средств для очистки оросительных каналов от древесно-кустарниковой растительности // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 231-237.

Original article
UDC 631

ANALYSIS OF TECHNICAL MEANS FOR CLEANING IRRIGATION CANALS FROM WOODY AND SHRUBBY VEGETATION

Evgeny Gennadievich Ivanchenko¹, Olga Valerievna Karpova²

^{1,2}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹nelli4ka1981@mail.ru, ²oliviy2004@bk.ru

Abstract. The article provides an overview of machines and equipment for cleaning woody and shrubby vegetation, depending on the functions and design parameters. The features of the working bodies of brush cutters and their applicability for cleaning irrigation canals are considered.

Keywords: machinery and equipment, brush cutters, cleaning of tree and shrub vegetation.

For citation: Ivanchenko E.G., Karpova O.V. Analysis of technical means for cleaning irrigation canals from trees and shrubs // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII

При выборе рабочих элементов для машин и оборудования, используемых для очистки оросительных каналов от древесно-кустарниковой растительности, важно учитывать их функции, конструктивные особенности и специфику задач, которые необходимо решить.

Классификация технических средств для очистки древесно-кустарниковой растительности, можно разделить на две группы: машины и оборудования для удаления поверхностной части растений путём их обрезки или измельчения; машины для удаления растительности с корневой системой или пней с корнями.

Машины и оборудования этих групп бывают: самоходными, навесными, полунавесными и прицепными в зависимости от агрегатирования с базовым трактором. При проведении анализа конструкций машин и оборудования для ликвидации надземной части растительности мы предложили следующую классификационную схему (рис. 1).

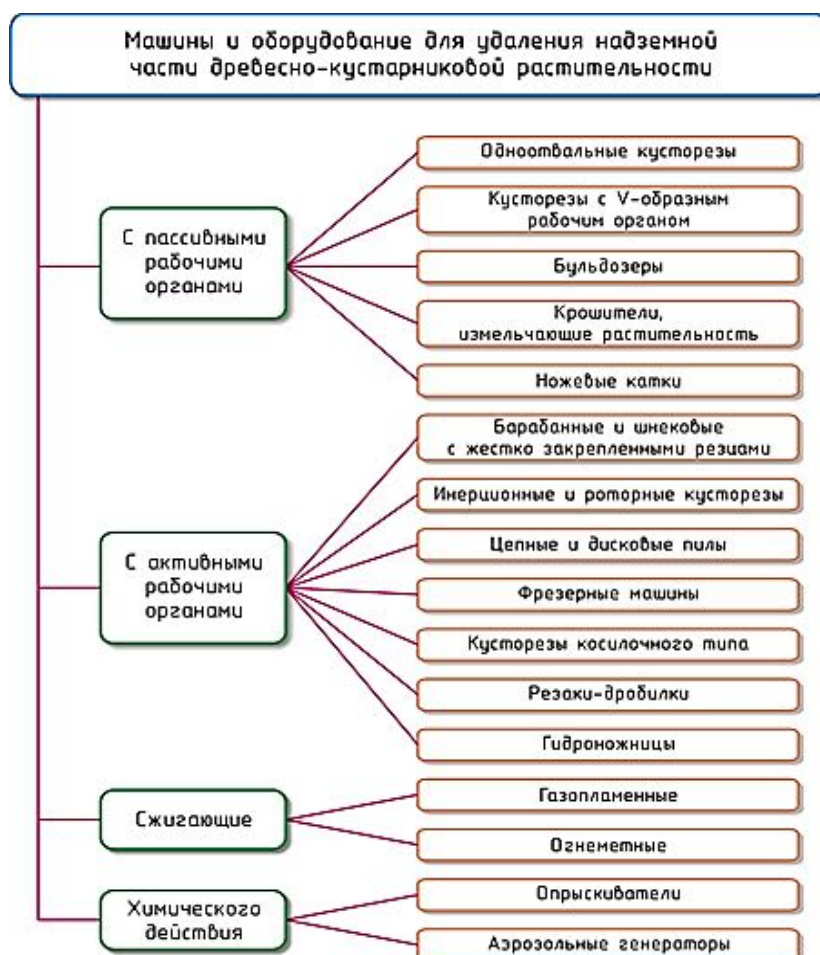


Рисунок 1. Классификация машин и оборудования для удаления поверхностной части древесно-кустарниковой растительности.

Техника данной группы порождает проблему отделения почвы от корневой системы, загрязнения всей поверхности крон поросли растительности при корчевании, на влажных почвах. Рационально при работах на водных каналах

задействовать данные машины, в связи, что при ликвидации древесно-кустарниковой растительности нарушается покрытие канала и появляется потребность дополнительных проектных работ по восстановлению канала.

Кусторезы разделяют конструкции рабочего органа и типу привода. По конструкции рабочего органа разделяют кусторезы с пассивным и активным рабочими органами. Пассивным рабочим органом является отвал клинообразной формы переднего расположения. Тип привода активного рабочего органа: гидравлический, электрический и механический (от вала отбора мощности трактора).

Эффективное использование кусторезов с дисковыми активными рабочими органами, обусловлено их универсальностью. Отличительным признаком активного рабочего органа - диапазон диаметров обрезаемой растительности 20-20 см., возможностью использования в любое время года и оборудованные мобильными тракторами типа МТЗ-80, 82 [1, 2].

Применение на оросительных каналах пассивных рабочих органов минимально, из-за малой полноты среза кустарника, потребности эксплуатации в основном в зимний период, возможностью разрушения бермы. Потребности в создании большого тягового усилия и риска использования энергонасыщенных тракторов (с высоким расходом топлива). При этом есть опасность разворота трактора при срезании растительности и возможности его падения в канал.

Разберем основные типы машин и орудий, используемые для обрезания древесно-кустарниковой растительности в Российской Федерации и за рубежом.

Наиболее распространенными машинами и орудиями с пассивными рабочими органами являются отвальные кусторезы и бульдозеры.

Наиболее распространенным в нашей стране является кусторез ДП-24 с V-образным ножом (рис.2.).

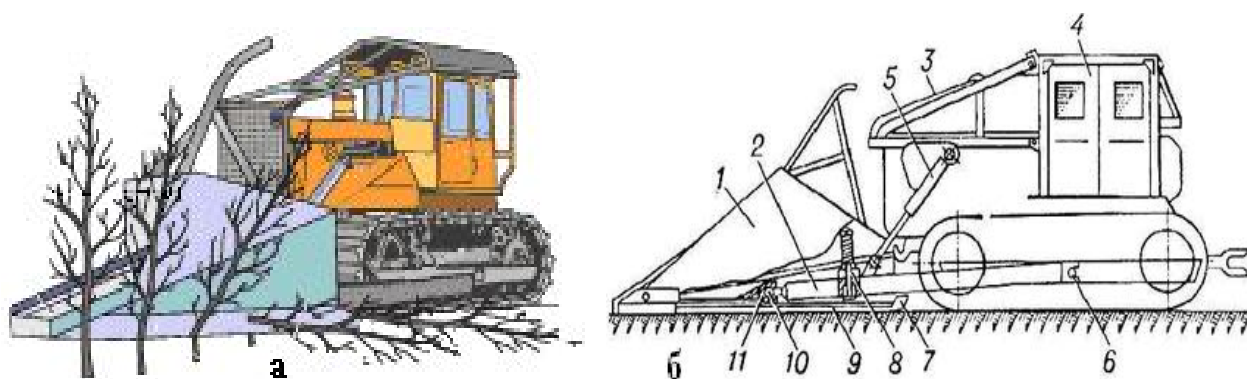


Рисунок 2 - Кусторез ДП-24: а – общий вид ДП-24; б – схема:

- 1 – отвал; 2 – толкающая рама; 3 – ограждение; 4 – трактор;
- 5 – гидроцилиндры; 6 – бугель; 7 – лыжи; 8 – пружинная подвеска;
- 9 – нож; 10 – шаровая головка; 11 – шаровая пята.

Кусторезы пассивного действия отечественного (МК-11, ДП-24, МП-9, МП-10, МП-14 и т.д.) и зарубежного (RomeK/G, Fleco, Owens-JohnsonShearingBlade и др.) производства [3,5] агрегируют с гусеничными тракторами.

Из одноотвальных кусторезов (рис. 3) можно выделить кусторез-корнеплут МП-9, разработанный по проекту НПО «ВНИИземмаш», ПО «Мелиормаш» [5]. Диаметр срезаемых стволов – до 15 см.

Из конструкций пассивных кусторезов для работы на каналах можно выделить кусторез (Патент RU 2167514), разработанный автором и учеными Вавиловского университета (рис.3) [6].

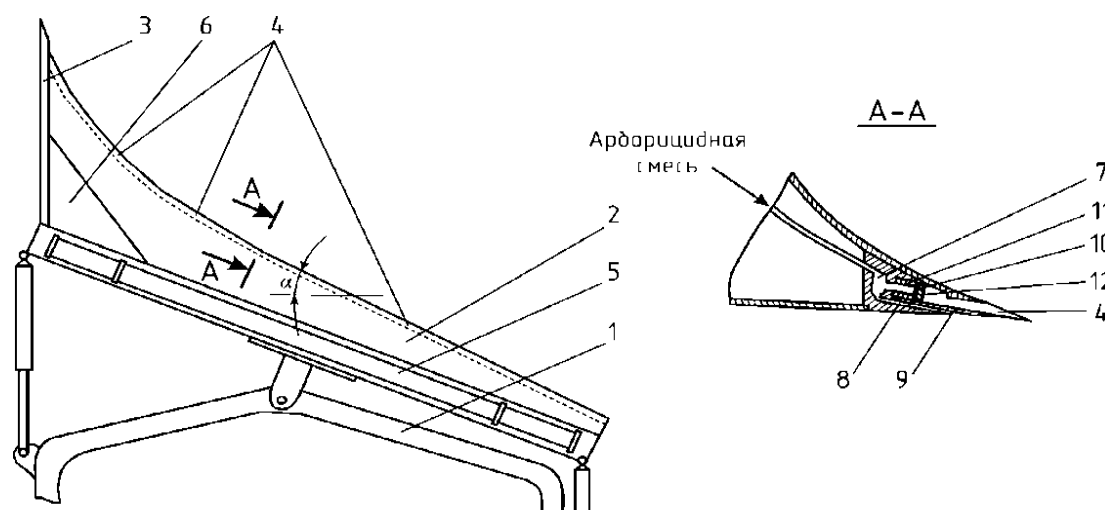


Рисунок 3. Устройство для срезания кустарника и мелколесья на каналах:

- 1 – толкающая рама; 2 – отвал; 3 – расщепляющий клык; 4 – ножевые пластины; 5 – толкающий брус; 6 – лист жесткости; 7 – клапан;
8 – трубопровод; 9 – сопло; 10 – толкатель;
11 – возвратная пружина; 12 – упругий элемент

Конструкция позволяет обрезать растительность на каналах, вносить на обрезанные пни арборицидную смесь и отваливать срезанную растительность в сторону от канала.

Среди машин с пассивными рабочими органами есть те, которые измельчают растительность, например, ножевые катки и крошители. В лесном хозяйстве России и за рубежом широко применяют каток-осветлитель лесных культур из-за его простой конструкции и эффективности работы. На поверхности катков расположены режущие элементы, такие как рёбра, лезвия разных форм и топоры (Патент RU 172276).

Измельчители могут иметь приводные катки, служащие опорой для машины, или крепиться к трактору в качестве прицепа. Примеры самоходных моделей: G-40 и LeTeosruher от LeTourneau (США), опирающиеся на ребристые катки. Прицепной измельчитель КОК-2 рис.4, а также катки от Fleco (США) [6].

Особенность этих устройств - низкая скорость резки при высоком давлении на режущие элементы и большая масса машины или прицепного катка. Такие машины не подходят для работы на каналах из-за следующих недостатков: маленький диаметр обрезаемых кустов, сложности работы на каналах, измельчения растительности и её смешивания с грунтом.

Кусторезы с активными рабочими органами для удаления надземной части древесно-кустарниковой растительности. Рабочие элементы этих машин включают неподвижные или шарнирные горизонтальные и вертикальные ножи, дисковые пилы, пильные цепи, косилки, фрезы и молотковые дробилки. Все эти активные инструменты обладают способностью обрабатывать растения разных размеров (до 25–30 сантиметров и более).



Рисунок 4. Прицепной измельчитель КОК-2

Технологический процесс машин для измельчения и удаления древесно-кустарниковой растительности и машины без измельчения. Рассмотрим кусторезы, подходящие для очистки оросительных каналов.

Например, кусторез КФМ-2,8 с фрезерным рабочим органом интересен тем, что он предназначен для срезания кустарника и мелкоколесья с диаметром стволов до 10 см при обработке земель и улучшении лугов и пастбищ. Рабочей орган кустореза - режущая трёхножевая фреза цилиндрической формы, которая вращается благодаря гидромотору, через редуктор.

В лесной мелиорации для очистки каналов от древесной растительности используется машина КЛН-1,2 (рис. 5). Этот кусторез агрегатируется с тракторами ТДТ-55 и ЛХТ-55. Рабочий орган с ножами крепится к стреле 1 (рис.6).

Кусторезы, при обрезке древесины со стружкой, в качестве рабочих органов имеют пильные диски или дисковые фрезы. Однако при колебаниях и перекосах пильные диски не могут нормально работать, так как площадь контакта режущих аппаратов такого типа со срезаемой растительностью очень велика.

Кусторезы, работающие с подачей рабочего органа на подвижной стреле, более устойчивы к колебаниям и перекосам, так как площадь контакта режущего аппарата с растительностью меньше. Эти машины, называемые маятниковыми кусторезами, используются для сплошной или выборочной рубки кустарника и оборудуются с тракторами МТЗ или ЮМЗ (рис. 6).

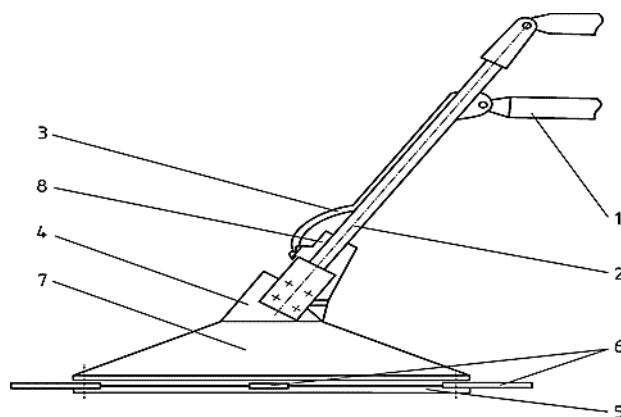


Рисунок 5. Кусторез КЛН-1,2:

1 – стрела; 2 – удлинитель стрелы; 3 – трубопроводы; 4 – редуктор;
5 – ротор; 6 – ножи; 7 – кожух; 8 – гидромотор.

Маятниковые кусторезы оборудованы на раме коническим редуктором, стрелой с дисковым пильным рабочим органом и гидроцилиндром для поворота стрелы. Привод рабочего органа осуществляется от вала отбора мощности трактора.

Также для удаления древесно-кустарниковой растительности используются техника для лесозаготовок МТП-13, МТП-43, ЛП-19, ЛП-54, ЛП-60, ЛП-17, ЛП-49, ЛП-58А, МЛ-55, МЛ-65 и др. [2, 4, 6].



Рисунок 6. Кусторез, работающий с подвижной стрелой на базе трактора МТЗ-80

Иностранные компании, производящие лесозаготовительную технику; Caterpillar, JohnDeere, Case, Bobcat (США), EcoLog, Valmet/Komatsu Forest (Швеция) и Ponsse (Финляндия).

Для обрезки кустарника в последние годы широко применяются средства малой механизации. Наиболее подходят для обрезания кустарника вдоль каналов кусторезы фирм: Husquarna, Partner (Швеция); Stihl (Германия); Craftsman, Homelite (США); Efco, Oleo-mac (Италия) мощностью от 2 до 3,5 кВт. Масса их не превышает 12 кг. В работе они удобны, легки и надежны, но малопродуктивны.

Проведенный анализ машин и оборудования древесно-кустарниковой растительности, наиболее отвечает требованиям работы на каналах, являются машины с дисковыми рабочими органами КАР-1,2 и маятниковый кусторез на базе колёсного трактора МТЗ-80.

Серийные машины МТП-13 и ЛП-19 могут быть экономически невыгодными для использования вдоль каналов из-за их большой ширины захвата, цикличности процесса, высокого расхода ГСМ и трудностей при обрезании кустарника с шарообразной кроной. Обычно на каналах растёт невысокая гнездовая древесно-кустарниковая растительность с хорошо развитой шарообразной и конусообразной кроной, а ширина древесно-кустарниковой полосы составляет 1-2 метра.

Использование средств малой механизации для обрезки кустарника может быть менее производительным по сравнению со специализированными машинами. Доступ к кустарнику с шарообразной или конусообразной кроной, растущему на каналах, может быть затруднён.

Из выше описанного следует что, для высокопроизводительной очистки каналов от древесно-кустарниковой растительности необходима техника с активными дисковыми рабочими органами, которая оснащается часто встречающейся техникой и оборудованием.

Список источников:

1. Абдразаков, Ф.К. Высокопроизводительные машины для эффективной работы мелиоративных систем / Ф.К. Абдразаков, Д.А. Соловьев // Совершенствование рабочих процессов и конструкций сельскохозяйственных машин: сб. науч. тр. / СГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2001. – С. 18–23.
2. Бартенев, И. М. Машины и механизмы лесного и лесопаркового хозяйства: учебное пособие / И. М. Бартенев. – Воронеж: ВГЛТУ, 2014. – 328 с.
3. Официальный сайт «Производители машин, оборудования и IT-решений для ПК» – Режим доступа: <https://alestech.ru/factories/tag-221-ponsse>
4. Егоров, В.С. Совершенствование технологий и технических средств проведения эксплуатационных работ на оросительных каналах Саратовского Заволжья: дис. ... канд. техн. наук / Егоров В.С. – Саратов, 2004. – 182 с.
5. Нарышкина, В. Л. Машины для сводки кустарника и мелколесья: обзор. информ. / В.Л. Нарышкина, С.А. Винчи, И.Ш. Сумецкий. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1977. – 48 с.
6. Пат. 2167514 Российская Федерация, МПК7 А 01 G 23/02, 23/06, 23/08. Устройство для срезания кустарника и мелколесья / Абдразаков Ф. К. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – № 99127069/13; заявл. 27.12.1999; опубл. 27.05.01, Бюл. № 15. – 5 с.: ил.
7. Мажугин, Е. И. Мелиоративные машины: учебное пособие / Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков, Е. А. Ворошко. – Минск: РИПО, 2018. – 311 с.

© Иванченко Е.Г., Карпова О.В.2026

Научная статья

УДК 621.74; 621.792; 669.53.01.99; 621.88

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ МОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ

Мария Львовна Калиниченко¹

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

¹m.kalinichenko@bntu.by

Аннотация. В работе рассмотрены прогрессивные методы получения композиционных пластиковых модельных комплектов. Показаны сравнительные возможности использования цельного получения сложной формы и послойного соединения аналогичного образца с использованием более экономичного режущего инструмента. Рассмотрены аспекты разрушения полимерно покрытых невлагостойких материалов в различных временных интервалах.

Ключевые слова: пористые материалы, полимерные покрытия, композиционные материалы, облегченные конструкционные элементы.

Для цитирования: Калиниченко М.Л. Современные тенденции процессов создания модельных комплектов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 238-246.

Original article

UDC 621.74; 621.792; 669.53.01.99; 621.88

MODERN TRENDS IN THE CREATION OF MODEL KITS

Maria Lvovna Kalinichenko¹

¹Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

¹m.kalinichenko@bntu.by

Abstract. This paper examines advanced methods for producing composite plastic model kits. It compares the potential of single-piece production of a complex shape with the layer-by-layer joining of a similar sample using more cost-effective cutting tools. The failure of polymer-coated, non-moisture-resistant materials over various time intervals is examined.

Keywords: porous materials, polymer coatings, composite materials, lightweight structural components.

For citation: Kalinichenko M.L. Modern trends in the creation of model kits // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations:

Производственные процессы изготовления модельных комплектов (МК) можно условно разделить на аддитивные, субтрактивные методы и методы традиционного формообразующего производства (литье, штамповка). При аддитивном и субтрактивном методах создается трехслойная модель с помощью послойного выращивания «снизу-вверх» (например, при помощи технологии склеивания). Субтрактивный метод включает в себя еще и дальнейшее формирование изделия путем механического уменьшения объема исходного материала (например, при помощи фрезерования). Данный метод с использованием фрезерного станка с ЧПУ обеспечивает необходимые геометрические и материальные возможности для индустрии изготовления шаблонов; однако по-настоящему автоматизированная или быстрая технология до сих пор недоступна [1, 2-7].

Методы быстрого прототипирования и производства появились всего несколько десятилетий назад. Первыми пользователями некоторых технологий были цеха по изготовлению шаблонов, которым требовался более совершенный метод тестирования конструкций деталей и/или шаблонов. Это позволило протестировать различные виды усадки, размещения литниковых систем, изготовив несколько песчаных форм с разливом металла. После завершения разработки конструкции существует возможность изготовления прочного шаблона традиционными методами [1, 2-7].

За последние несколько десятилетий были разработаны различные типы методологий быстрого прототипирования и производства:

стереолитография (SLA) – процесс аддитивного производства, результат в котором достигается по средством полимеризации смолы (объект создается путем отвержения полимерной смолы, слой за слоем, с использованием ультрафиолетового или лазерного излучения);

моделирование методом послойного наплавления (FDM) – достигается путем расплавления и экструзии термопластичной нити (применяется широкий выбор пластиков (например, PLA, ABS, PETG);

изготовление ламинированных объектов (LOM) – это последовательное склеивание листового материала с последующим формированием контура;

селективное лазерное спекание (SLM) – это послойное электронно-лучевое спекание порошковых материалов в прочные функциональные изделия.

Binder Jetting – это струйная печать, при котором жидкое связующие вещество наносится тонким слоем на порошковый материал (например, песок, керамика).

Таким образом аддитивные технологии (АТ) имеют широкое применение в литейном производстве, от изготовления одноразовых прототипов до модельной оснастки из различных материалов [2-8]. На территории ЕАС, эксплуатируется всего около 1,5% аддитивных комплексов всего мира [5]. Для сравнения, лидером потребления аддитивных технологий является США, которые эксплуатируют около 40% всех установок [4, 5]. Так как время на

подготовку минимально, не требуются программирование или специальные инструменты для каждой детали, поэтому первую деталь можно изготовить за несколько часов. Однако на изготовление следующей детали уйдет столько же времени. Таким образом, этот процесс не подходит для массового производства и в основном используется для изготовления прототипов (для тестирования) и деталей, необходимых в небольшом количестве (для ремонта и технического обслуживания). Ступенчатая поверхность, образующаяся в результате наслоения, ухудшает качество обработки [4-8].

Гибридный процесс быстрого прототипирования сочетает в себе преимущества традиционного процесса обработки на станках с ЧПУ и послойного производства для решения этих проблем [6, 7]. Технология послойного формования (SDM) – это гибридный процесс, разработанный в Университете Карнеги-Меллона, который использует аддитивный процесс для нанесения детали или опорного материала с помощью процесса микролитья. Затем материал обрабатывается для достижения желаемой точности и качества поверхности [5-7]. Технология свободной формовки с использованием сварки растворителем (SWIFT) позволяет создавать оснастку небольшими партиями с последующей обработкой на станках с ЧПУ [6-7]. Для каждого слоя наносится тонкая пленка полиэтилена высокой плотности (HDPE) с помощью лазерного принтера. HDPE служит маской из растворителя, предотвращающей нежелательное склеивание в местах его нанесения. После нанесения маски на нижнюю сторону листа наносится растворитель ацетон, который затем укладывается на предыдущие слои и склеивается под действием силы. Для фрезеровки листа до нужной формы используется трехкоординатный станок с ЧПУ.

Несмотря на то, что за последние несколько лет значительно снизилась стоимость 3D-принтеров, повысилось качество печати и упростилась технология печати (изготовления) моделей [8], существующие методы «выращивания» неметаллических изделий часто не обеспечивают необходимого уровня стойкости оснастки, что менее важно при единичном изготовлении, но приобретает первостепенное значение при серийном производстве [9]. Исследования показали низкую прочность выращивания моделей методом FDM материалов в направлении оси Z (перпендикулярно плоскости построения). Поэтому уже через 40...80 съёмов стенки модельных комплектов расслаивались и разрушались ввиду необходимости выбивки киянками [9]. С целью более значимого увеличения стойкости литейной оснастки предлагается гибридный (комбинированный) метод изготовления оснастки с применением древесных пиломатериалов и выращенных с помощью АТ формообразующих, что так же обеспечивает возможность оперативно дорабатывать оснастку путем замены формообразующих элементов в случае их износа, и увеличивает количество съёмов от 600 до нескольких тысяч, по мнению авторов [9]. Так же авторы считают [9], что подход изготовления цельновыращенной оснастки целесообразен при наличии существенных уклонов на стенках стержневых ящиков, что в свою очередь приводит к увеличению металлоёмкости отливок и их стоимости.

Литье по выплавляемым моделям на основе 3D-печати является особенно эффективным инструментом с точки зрения топологической оптимизации, точности, снижения веса и легкости проектирования в доступных инженерных программах. Оно обеспечивает: быстрое построение моделей, плавную интеграцию в существующие производственные цепочки, единичное производство или ограниченных серий [10].

Наиболее конкурирующими технологиями в настоящее время можно назвать как литье по выплавляемым моделям, так и 3D-печать РММА для производства отливок по литьевым методам. РММА – это прозрачный термопластичный материал, получаемый путем полимеризации мономера метилметакрилата. В 3D-печати он обрабатывается в виде порошка и послойно (толщина слоя 150 мкм) склеивается специальным связующим веществом для формирования трехмерных объектов. При использовании 3D-печатных моделей из РММА, отличием от традиционных выплавляемых моделей является то, что вместо алюминиевых инструментов требуются только 3D-данные [10].

Когда стоит выбор какой же способ использовать решающим фактором является количество необходимых деталей. В серийном производстве, когда объемы становятся большими, восковые литьевые формы остаются непревзойденными и по-прежнему являются предпочтительным выбором. Системы на основе РММА здесь достигает своего предела, в зависимости от сложности геометрии. Особенно для более простых геометрических форм затраты на оснастку приемлемы, и поэтому точка безубыточности относительно низка по сравнению с 3D-печатью. Также это касается стоимости деталей. Это объясняется тем, что восковая модель, отлитая поверх оснастки, стоит дешевле, чем модель из РММА. Однако изготовление необходимых оснасток изначально обходится очень дорого [10].

Все большую популярность набирает метод Binder Jetting. Практически вся 3D-печать песком сегодня выполняется с использованием технологии струйной печати связующим веществом. При струйной печати связующим веществом промышленная печатающая головка выборочно наносит жидкое связующее вещество на тонкий слой песка. После печати в зону построения наносится еще один тонкий слой песка. Процесс повторяется слой за слоем с использованием карты из цифрового файла проекта до тех пор, пока объект не будет завершен. Этот процесс повсеместно используется во всем мире для изготовления высококачественных и уникальных деталей и инструментов. Недостатком данного способа является нестабильные свойства песка, которые очень сильно влияют на шероховатость поверхности, уплотняемость смеси, а это в свою очередь влияет на объем производства литейного цеха и времени окупаемости 3D-принтера [11, 12].

Таким образом наиболее окупаемым является технология гибридного производства. Системы быстрого прототипирования отлично подходят для проверки формы, соответствия и иногда функциональности новой конструкции; однако большинство из них имеют ограничения, в основном связанные с точностью деталей, размерами и доступностью материалов [1]. Исходя из литературных источников [7-13], процесс быстрого прототипирования больше

подходит для проверки форм на соответствие или функциональность, так как зачастую требует дополнительной обработки поверхности, что приемлемо, когда требуется только одна или несколько деталей. Когда необходимо изготовить десятки, сотни или тысячи деталей метод прототипирования не всегда является лучшим выбором из-за стоимости и времени обработки каждой детали и пока не приемлем для массового производства МК.

Основная предпосылка заключается в использовании комбинированного аддитивного и субтрактивного подхода для использования преимуществ общеизвестных материалов, применяемых в изготовлении моделей, при этом обеспечивая очень упрощенную траекторию движения инструмента (фрезы) и упрощенное планирование процесса, что позволяет автоматизировать его. Концепция состоит в том, чтобы укладывать «пластины» материала, которые затем обрабатываются до требуемой 3D-геометрии послойно. Таким образом, очень глубокие и сложные модели могут быть обработаны с использованием коротких инструментов. Обработка каждой пластины до определенной толщины слоя служит двум целям: создает точную плоскую поверхность, обеспечивающую надлежащее сцепление последующего слоя и контроль высоты детали, и позволяет контролировать расположение «швов» вдоль высоты построения. Система аддитивного/субтрактивного быстрого изготовления моделей, предназначена для 3-осевого одностороннего фрезерования. Таким образом, процесс подходит в основном для создания составных моделей для металлургической промышленности [1, 2-7].

Преимущества данного метода:

1. снижается время на моделирование процесса обработки, в результате того, что нет необходимости программировать обработку крупной и сложной детали, вместо этого программируются обработка отдельных более простых пластин;
2. при обработке неглубоких изделий возможно использование коротко-лезвийного инструмента без опасения получить механический удар обрабатываемым инструментом об обрабатываемую поверхность (рис. 1 [1]).

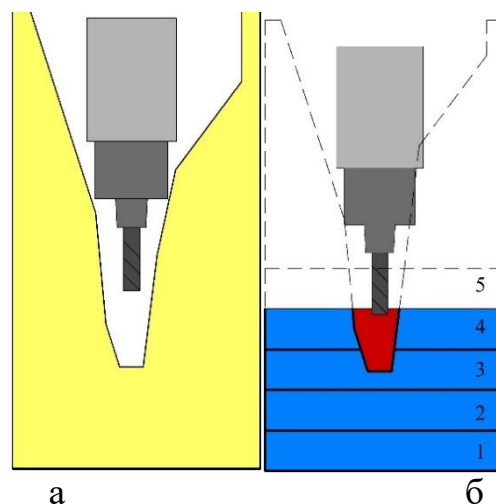


Рис. 1. Работа короткомерного инструмента по обрабатываемой заготовке [1]:
а – цельная заготовка; б – послойно склеенная заготовка

В итоге весь процесс ограничивается исследованием нескольких ключевых условий: определение набора факторов, влияющих на толщину слоя; проведение анализа высоты геометрии элементов, таких как отверстия, плоскости, пазы, полости, выступы и т.д. и определения толщины слоя, подходящей для каждой уникальной комбинации; изучение влияния связующих составов, применяемых для крепления обработанных слоев друг на друга.

Природа склеиваемых материалов основывается на анализе ряда факторов. Так, в настоящее время, существует большая гамма однородных и композиционных МК. Выбор технологического процесса и, соответственно, материалов для изготовления МК зависит от серийности производственного процесса, а также от класса точности получаемых отливок. Применение однородных МК на данном этапе является ограниченным [13]. Следовательно, актуальным стоит вопрос создания МК с помощью технологии склеивания.

Целью работы является создание тонкостенного композиционного МК, обладающего гладкой, прочной и легко обрабатываемой поверхностью, незначительной массой, отличающийся низкой себестоимостью, ремонтпригодностью. Это может быть достигнуто или получением композиционного МК на основе вспененных, пористых, высокопористых, ячеистых материалов любого типа, либо использованием в качестве наполнителя мягких и легких сортов древесины, с покрытием из прочного и тонкого полимерного состава.

Для этого, во избежание влияния на конечные свойства получаемого изделия, поверхность пористого материала герметично покрывают тонким изолирующим разделительным металлическим или неметаллическим гибким покрытием толщиной не более 200 мкм, не обладающим хрупкостью и способным легко деформироваться, например, алюминиевая фольга, пластичные пленки. Пленка может обладать способностью приклеивания к поверхности, быть самоклеящейся или накладываться механически, оборачиванием или обволакиванием, или с помощью термоусадочных процессов, что значительно облегчает подготовительные работы. Далее производится упрочнение поверхности вспененных, пористых, высокопористых, ячеистых материалов любого типа: металл, пластик, целлюлоза и т.д., что никак не привязано ни к технологическому процессу, ни к форме и размеру вспененного (пористого, высокопористого или ячеистого) материала, ни к его типу и составу [14, 15]. При использовании рассматриваемой технологии, на первоначальном этапе, из легкого материала наполнителя воспроизводятся ориентировочные контуры изготавливаемой детали. Как правило, поверхность вспененных и ультралегких материалов проблематично обрабатывать, в связи с отсутствием участков с ровной поверхностью и, как следствие, придавать четкие очертания и линии, а также проблематично производить соединение с друг другом или иными материалами. В данном случае все неровности далее компенсируются правильными формами внешнего слоя.

Далее изолированный материал основы помещается, например, в одноразовую гипсовую форму, или многоразовую на основе пластика или металла, в случае массового производства. Форма имеет очертания готового

изделия, при этом может учитывать мелкие детали и выпуклости, что невозможно воспроизвести на пористом материале. Далее производится заливка любым быстротвердеющим компаундом. Заливка может производиться как односторонняя, так и полное погружения пористого материала в компаунд. Причем, в данном способе, в зависимости от нужд конечного продукта можно варьировать толщиной заливки, по средством изготовления формы. После отверждения готовое изделие извлекается из формы. При необходимости, полимер можно легко обработать для придания конечных форм изделия. Однако использование данного процесса сопряжено с необходимостью выбора оптимальной толщины изолирующего покрытия. Это связано как с прочностными особенностями получаемого композитного МК, так и со способностью всех пористых тел абсорбировать влагу.

Испытания, проведенные на слабоизолированных образцах из сосны, покрытых модельным быстроотверждающимся пластиком на полиуретановой основе Axson F40-1 POLYOL, показали, что при хранении образцов в среде повышенной влажности, из-за влагонасыщения, их масса по прошествии 20 дней увеличилась для куба с 3,5 г до 4,0 г, для цилиндра с 4,4 г до 5,0 г при образовании трещин и геометрического несоответствия (рис. 1). А после 30 дней масса увеличилась для куба с 3,5 г до 4,1 г, для цилиндра с 4,4 г до 5,1 г.

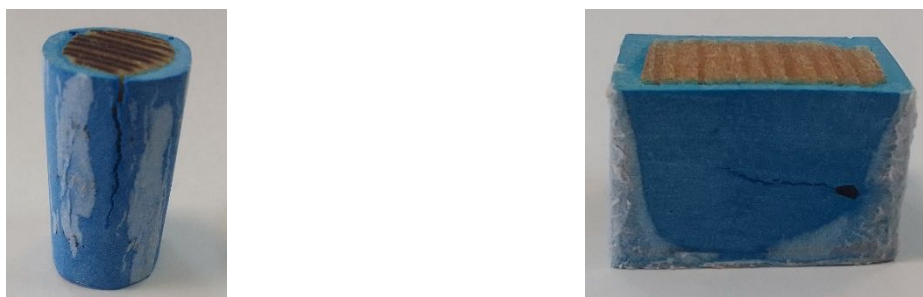


Рис. 2. Процесс разрушения покрытия из модельного пластика на деревянной основе

Внешний вид образцов практически не изменился после продолжительного их хранения во влажных условиях в течение 5 месяцев (рис.3).

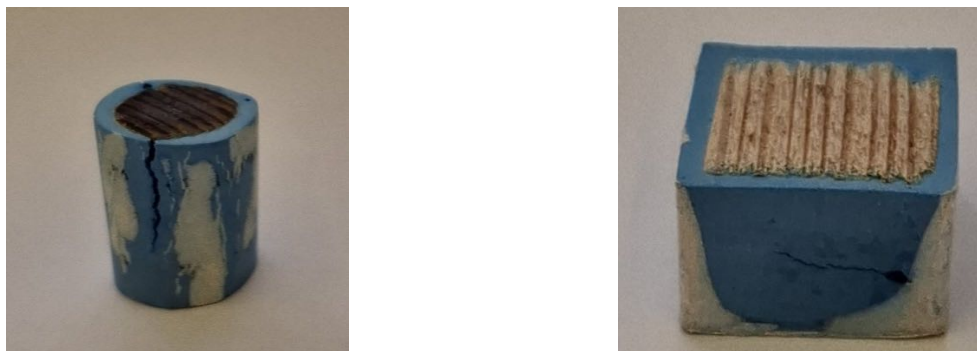


Рис.3. Внешний вид образцов после длительного хранения во влажной среде

В результате влагопоглощения массовый прирост, и как следствие набухание, составил 17% для кубического образца и 19% для цилиндрического. Полного разрушения покрытия не наблюдалось. В то время, как деревянные МК, покрытые краской, были подвержены полному растрескиванию и не могли быть далее использованы.

Вывод. Можно утверждать, что при соблюдении технологии укрытия гигроскопичных материалов полимерными составами, использование данной технологии создания МК для получения отливок низкой точности является возможным, независимо от условий хранения МК.

Список источников:

1. ResearchGate [сайт]. – Берлин, 2008–2026. – URL: https://www.researchgate.net/publication/67856297_A_Hybrid_Rapid_Pattern_Manufacturing_System_for_Sand_Castings (дата обращения: 19.02.2026).
2. ResearchGate: [сайт]. – Берлин, 2008–2026. – URL: https://www.researchgate.net/publication/257418351_AdditiveSubtractive_Rapid_Pattern_Manufacturing_for_Casting_Patterns_and_Injection_Mold_Tooling (дата обращения: 15.02.2026).
3. Determination of optimal build orientation for hybrid rapid prototyping / Zhu Hu, Kunwoo Lee, Junghoon Hur // Journal of Materials Processing Technology. – 2002. – Vol. 130–131. – P. 378–383.
4. Olowu B. D., Adefuye O. A., Olowu S. G. Comparative study of foundry patterns created using conventional methods and additive manufacturing // World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences. – 2024. – Vol.6. – P. 903–913.
5. CyberLenika / Корбанов, В. Д. Изготовление модельной оснастки в литейном производстве с применением аддитивных технологий / В. Д. Корбанов, А. И. Вальтер // Известия ТулГУ. Технические науки. – Москва, 2018–2026 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izgotovlenie-modelnoy-osnastki-v-liteynom-proizvodstve-s-primeneniem-additivnyh-tehnologiy> (дата обращения: 20.02.2026).
6. Singh, S. Precision investment casting: A state of art review and future trends / S. Singh, R. Singh // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture. – 2016. – T. 230. – № 12. – С. 2143–2164.
7. Ravi, B. SMART Foundry 2020 / B. Ravi // IEEE Potentials. – 2016. – T. 35. – № 4. – С. 29–32.
8. Softline решения: [сайт]. – Москва, 2023–2026. – URL: <https://softline.ru> (дата обращения: 20.02.2026).
9. Верцюх С. С., Захаров С. Л. Пути увеличения стойкости литейной технологической оснастки, изготовленной с применением аддитивных технологий // Литейное производство. – 2024. – № 8. – С. 28–31
10. Hensold S. Ready for takeoff: PMMA 3 D printing and investment casting for aerospace applications / S. Hensold // Casting Plant and Technology/ - 2023 – vol. 2. – P. 58–61.
11. Athari N.S. The Benefits of hybrid mold and core production / N.S. Athari // Casting Plant and Technology/ - 2024 – vol. 1. – P. 64–67.
12. Arenholz T. Understanding and controlling hot sand in green sand molding / T. Arenholz // Casting Plant and Technology/ - 2024 – vol. 4. – P. 12–13
13. Reissaus G. Production of large casting cores using the furan resin process / G. Reissaus, S. Költzsch, M. Becker // Casting Plant and Technologies Mold and coremaking/ - 2023 – vol. 1. – P. 16–24
14. Способ получения композиционного материала на основе вспененных, пористых, высокопористых или ячеистых материалов с поверхностным полимерным упрочнением: заявка ВУ а20250091 / М. Л. Калиниченко, В.А.Калиниченко, Л. П. Долгий. Оpubл. 02.05.2025.

15. Калиниченко, М.Л. Применение пористых материалов, в том числе отходов литейного производства, для создания элементов модельных комплектов / М.Л. Калиниченко, В.А. Калиниченко, А.А. Андрушевич // «Литье и металлургия», 2025. – № 1. – С. 47-53.

© Калиниченко М.Л., 2026

Владимир Александрович Милюткин¹, Александрович Милюткин²

¹Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Самарская обл., Россия

²Балтийский федеральный университет имени И. Канта, г. Калининград, Россия

¹oiapp@mail.ru

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ КОМПЛЕКСОМ «ТУМАН» ООО «ПЕГАС-АГРО» ПРИ ПОДКОРМКАХ ЖИДКИМИ УДОБРЕНИЯМИ КАС ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье рассматривается эффективность отечественного агрохимического, многофункционального комплекса «Туман» ООО «Пегас-Агро» при инновационной технологии инъекционного, внутрипочвенного внесения жидких удобрений КАС для повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур, особенно пропашных: подсолнечник, кукуруза.

Ключевые слова: сельхозкультуры, производство, удобрения, технологии, агрохимия, жидкие удобрения, внесение, мульти-инжектор, «Туман».

Для цитирования: Милюткин А.В., Милюткин А.В. Эффективная технология внесения жидких удобрений комплексом «ТУМАН» ООО «ПЕГАС-АГРО» при подкормках жидкими удобрениями кас пропашных культур // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 247-255.

Original Article
UDC 631.348.45

Wladimir Alexandrowitsch Miljutkin¹, Wladimir Alexandrowitsch Miljutkin²

¹Samara State Agrarian University, Kinel, Samara Region, Russia

²Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

¹oiapp@mail.ru

EFFECTIVE TECHNOLOGY OF LIQUID FERTILIZER APPLICATION BY THE "FOG" COMPLEX OF "PEGAS-AGRO" LLC IN LIQUID FERTILIZER TOP-FERTILIZER OF TREATED CULTURES

Annotation. The article discusses the effectiveness of the domestic agrochemical, multifunctional complex "Fog" of "Pegas-Agro" LLC in the innovative technology of injection, intrasoil application of liquid fertilizers CAS for increasing the yield and quality of crops, especially tilled crops: sunflower, corn.

Keywords: crops, production, fertilizers, technologies, agrochemistry, liquid fertilizers, application, multi-injector, "Mist".

For citation: Milyutkin V.A., Milyutkin V.A. Effective technology of liquid fertilizer application by the "FOG" complex of "PEGAS-AGRO" llc in liquid fertilizer top-fertilizer of treated cultures // Innovations in environmental management and protection in emergency situations: Collection of works of the International scientific and practical conference - Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2026., pp. 247-255.

Агрохимические работы в агропромышленном комплексе – АПК при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям очень важны, так как - способствуют повышению урожайности и качества продукции [1-15], а также ее экологичности. Эффективность технологии зависят от многих факторов, но главными - являются виды агрохимических препаратов: удобрения и средства защиты - пестициды; нормы, технологии и соответственно технические средства для внесения химических препаратов [5-15]. Из большой номенклатуры агрегатов для внесения жидких удобрений наибольшая нагрузка возлагается на штанговые опрыскиватели. В настоящее время в нашей стране производится большое количество марок и типов штанговых опрыскивателей: навесных, прицепных, полунавесных, самоходных, также высоко-клиренсных. Опрыскиватели вносят жидкие удобрения в основном по двум технологиям: 1-поверхностно на почву с их заделкой для исключения потерь азота из удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси – КАС (КАС-32 или 26; КАС+S), а также на листья растений крупнокапельными форсунками для стекания капель с листьев и исключения их «ожога» и – внесением (подкормка) в междурядья с помощью удлинительных шлангов, также исключая попадание удобрений на листья - особенно кукурузы и подсолнечника (рис.1).



Рис.1. Внесение жидких удобрений: а)- удлинительными шлангами штанговым опрыскивателем; б)- следы КАС-32 на почве после 2-х кратного внесения

В связи с появлением в Море новых технологий использования жидких удобрений на посевах сельхозкультур - инъекционно, внутри-почвенно (Cultan) и техники для их внесения – ликвилайзеры (*Liquiliser*) (приоритет голландской фирмы «Duport»), многие научно-производственные фирмы в России стали их воспроизводить (рис.2). Агрегат состоит из прицепной или самоходной емкости (цистерны) для раствора и рамы с рабочими органами, которые представляют собой **инъекционное колесо**, по ободу которого установлены прочные полые иглы-спицы (обычно длиной 7–8 см). При движении трактора колеса катятся по полю и прокалывают почву. В момент максимального погружения иглы на 5-7 см встроенный клапан в ступице колеса подает в нее порцию удобрения под давлением с образованием в почве локального очага питательного вещества. Корни растений находят удобрения и постепенно потребляют необходимые для развития вещества, главным образом азот, затем серу и микроэлементы. Однако зарубежные и отечественные машины для внесения жидких удобрений КАС, ЖКУ разработаны в основном для сплошного посева, например, зерновых. В тоже время известная российская фирма АО «Пегас Агро» разработала и производит аналогичный ликвилайзеру индивидуальный модуль «мульти-инжектор» для комплектации многофункционального комплекса «Туман» [5-14] и внесения КАС при подкормках со сменой широких колес на узкие для работы в междурядьях-70 см на кукурузе и подсолнечнике. То есть простое копирование конструкции голландского ликвилайзера отечественными фирмами не смогло выполнить задачи «опережающего импортозамещения», так как особенно высокая эффективность получается с повышением урожайности кукурузы и подсолнечника (высоко-маржинальные культуры) при внесении удобрений в качестве подкормок, что успешно решает комплекс «Туман» ООО «Пегас-Агро».



а)



б)

Рис.2. Агрегаты для внутрипочвенного инъекционного внесения жидких удобрений: а)- ликвилайзер фирмы «Duport» (Голландия); б) – мульти-инжектор «Туман-2» ООО «Пегас-Агро» (Россия)

Для этого у агрегата «Тумана» широкие колеса (рис.2б) заменяются на узкие (рис.3а) для работы в междурядьях, а рабочие органы-игольчатые диски оборудуются, для исключения попадания КАС на листья кукурузы и подсолнечника, защитными щитками (рис.3б) [4-14].



а)



б)

Рис.3. Подкормка подсолнечника удобрениями КАС: а)- инъекционный мульти-инжектор «Туман-3»; б)-защитные щитки на игольчатых дисках

Такая модернизация агрохимического агрегата инновационного агрегата «Туман-3» фирмой ООО «Пегас-Агро» (г. Самара) для жидких удобрений КАС в опытах Самарского ГАУ позволило увеличить урожайность сельхоз-культур, а также качество особенно пшеницы, подсолнечника и кукурузы [3—10] (рис.4,5). При чем исследования Самарского ГАУ последние годы проводятся на новых отечественных гибридах кукурузы, в частности - «Имперра» ФАО-202 (ООО «Мираторг-Курск»), а также подсолнечника, семян пшеницы и сои [3-10].



а)



б)



в)

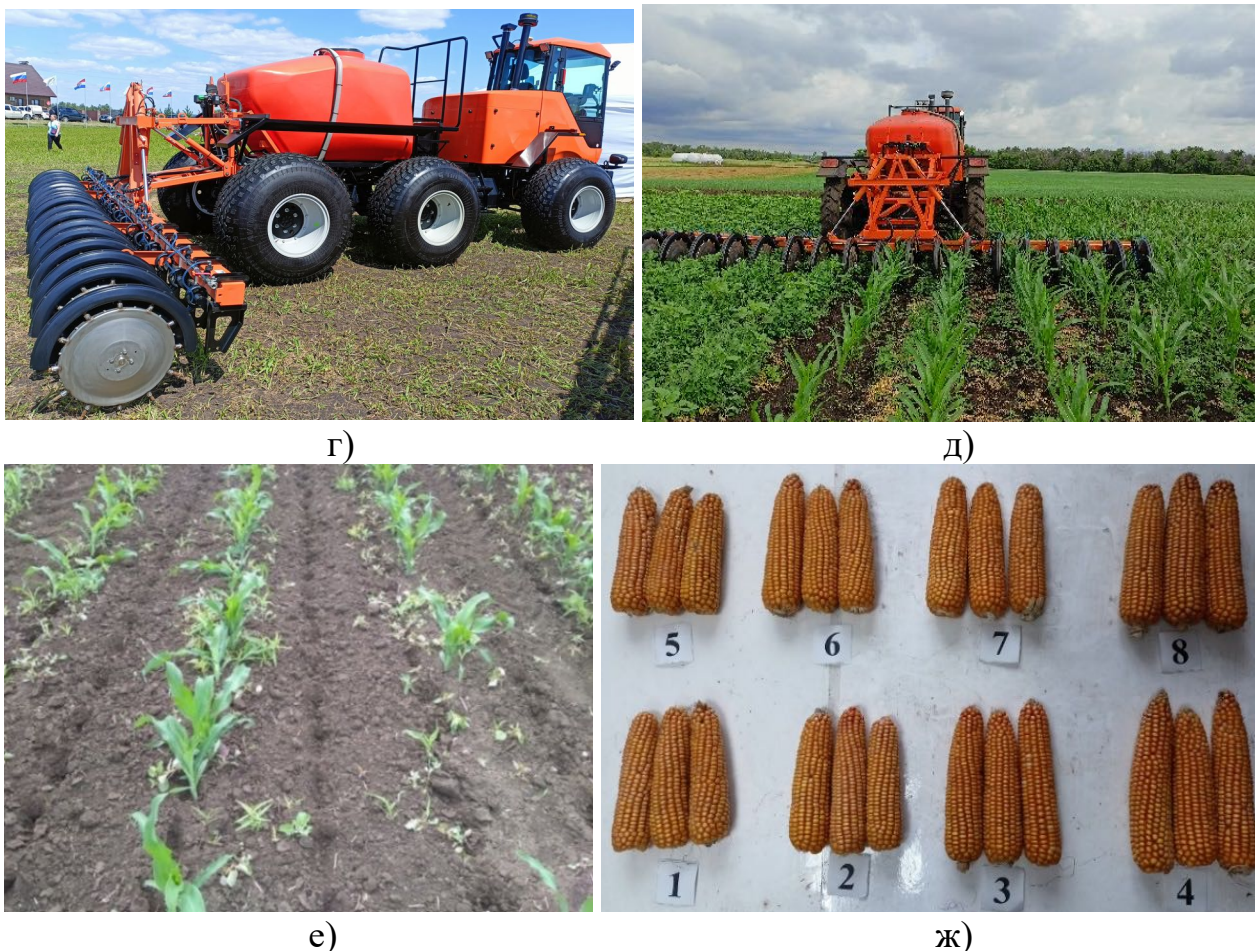


Рис.4. Комплекс «Туман-3»: а)-опрыскиватель с форсунками и удлинительными шлангами; б)-разбрасыватель; в)-мульти-инжектор общий вид с заградительными щитками; г)-мульти-инжектор на кукурузе - гибрид «Имперра» ФАО-202 (ООО «Мираторг-Курск») фаза 5-й лист

При исследованиях Самарским ГАУ эффективности внесения КАС-32 и КАС+S на кукурузе применялись одинаковые технологии на каждой делянке по вариантам 1-8 соответственно: 1(5)-«контроль» без внесения жидких удобрений; 2(6)-внесение всей плановой дозы КАС-100% или 200 кг/га в д.в. по азоту-N перед культивацией после сульфат-нитрата аммония опрыскивателем-модулем «Туман»; 3(7)-внесение полной плановой дозы КАС 200 кг/га в д.в. перед культивацией в один день с сульфат – нитратом аммония мульти-инжектором-модулем «Туман-3» (рис.4а-д); 4(8)-внесение 0,5 плановой дозы или 100 кг/га перед культивацией опрыскивателем - модулем «Туман». Также в вариантах 4(8) мульти-инжектором была внесена вторая половина жидких удобрений КАС с 50 % плановой дозы удобрений или 100 кг/га в качестве подкормки кукурузы в фазе 4-6 настоящих листьев (рис.5д). Гибрид кукурузы «Имперра» ФАО-202 ООО «Мираторг-Курск» с эффективными технологиями внесения жидких азотных удобрений - КАС-32 и азото-серосодержащих - КАС+S в благоприятных условиях по влажности в 2025 году позволил на богаре получить высокие урожаи кукурузы (рис.5). Так, по вариантам 1 и 5 урожайность кукурузы при 12 % влажности составила 66,4 и 67,9 ц/га или на 4,4 % и - 6,9 % выше чем в «контроле

- 63,5 ц/га; по вариантам 3 и 7 урожайность составила 68,7 и 69,7 ц/га или на 8,1 и на 9,7 % выше чем в «контроле», по вариантам 4 и 8 урожайность составила 71,2 и 72,6 ц/га или на 12,1 и на 14,3 ц/га выше чем в «контроле».

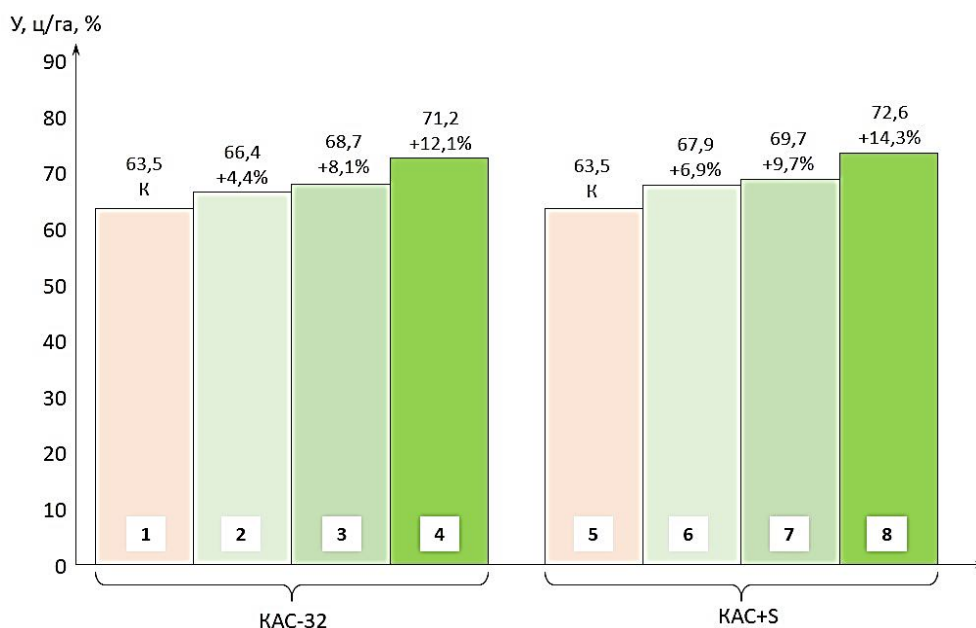


Рис.5. Урожайность кукурузы - «Имперра» ФАО-202 ООО «Мираторг-Курск» по вариантам

Также при исследованиях была проведена оценка качества зерна по ГОСТ 5390-2010 по показателям (табл.1): содержание сухого вещества 1 - класс; сырого протеина - 3 класс, крахмал и жир – средние значения, то есть применяемые азотные минеральные удобрения с их внесением мульти-инжектором «Туман-3» кроме повышения урожайности обеспечивает высокое качество кукурузы, но существенной разницы в вариантах опытов– не выявлено.

Таблица 1. Качество кукурузы в опытах

	Показат.	Результаты исследований,								Ед.
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Влажность	12,0 4	12,42	12,54	12,44	12,33	12,31	12,13	12,49	%
2	Протеин	9,95	10,11	8,82	10,70	9,66	9,29	9,33	9,20	%
3	Жир	4,91	5,01	4,53	4,62	4,98	4,73	5,21	4,23	%
4	Крахмал	61,4 6	60,78	62,18	58,45	60,49	62,77	62,65	61,78	%

	Показат.	Результаты исследований,								Ед.
	Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	
5	Зола	3,83	3,96	4,01	4,00	4,07	3,98	4,16	4,15	%
6	Сух. в-во	87,9 6	87,58	87,46	87,56	87,69	87,69	87,87	87,51	%

Таким образом, проведенные исследования по оценке эффективности жидких минеральных азотных удобрений - КАС-32 и инновационных азото-серосодержащих - КАС+S и гранулированных – сульфат нитрат аммония с нормой внесения 200 кг/га в д.в. по азоту N на отечественном гибриде кукурузы - «Имперра» ФАО-202 ООО «Мираторг-Курск» с применением отечественного многофункционального комплекса «Туман» показывают прибавку урожая как в опытах, так и особенно в сравнении со среднеобластной урожайностью (рис.5) с хорошим качеством (табл.1)

Таким образом исследованиями Самарского ГАУ, на основе внесения жидких азотных КАС-32 и инновационных азото-серосодержащих – КАС+S минеральных удобрений (ПАО «Куйбышев Азот») мульти-инжектором модульного комплекса «Туман-3» ООО «Пегас-Агро» доказана высокая эффективность технологии и инновационного технического средства – мульти-инжектора по сравнению с внесением КАС штанговым опрыскивателем. Так, при внесении удобрений штанговым опрыскивателем перед посевом урожайность кукурузы составила соответственно 66,4 и 67,9 ц/га или на 4,4 и 6,9 % выше чем в «контроле» - 63,5 ц/га; по вариантам внесения удобрений мульти-инжектором урожайность составила 68,7 и 69,7 ц/га или на 8,1 и 9,7 % выше чем в «контроле», по вариантам внесения удобрений дробно: перед посевом штанговым опрыскивателем, а в стадии «кущения»-мульти-инжектором – соответственно - 71,2 и 72,6 ц/га или на 12,1 и на 14,3 % выше чем в «контроле». По всем исследуемым технологиям с инновационным многофункциональным комплексом «Туман-3» ООО «Пегас-Агро» при внесении азотных - КАС-32 и азото-серосодержащих жидких КАС+S, а также гранулированных – сульфат-нитрат аммония удобрений ПАО «Куйбышев Азот» получена значительно большая урожайность, превышающая среднеобластные показатели – 59,3 ц/га минимально на 11,9% по сравнению с наименьшей урожайностью в опытах – 66,4 ц/га от сульфат-нитрат аммония.

Список литературы:

- 1.Милюткин В.А., Толпекин С.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Жидкие азотные и азотосеросодержащие удобрения на базе КАС-эффективная альтернатива твердым минеральным удобрениям//В сборнике: Проблемы современной аграрной науки. Материалы международной научной конференции. Красноярск. 2020.С. 71-74. (45)
- 2.Милюткин В.А., Канаев М.А., Кузнецов М.А. Система механизации мони-торинга и управления плодородием почвы в режиме On-Line//Известия Самар-ской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 34-39. (61)

3.Милюткин В.А., Шахов В.А., Асманкин Е.М., Ушаков Ю.А., Комарова Н.К., Смелик В.А. Исследования инновационных технологий, техники и жидких минеральных удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси при возделывании сельхозкультур//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 104-111. (39)

4.Милюткин В.А., Сысоев В.Н., Шахов В.А., Длужевский Н.Г. Техно-технологическое обеспечение эффективного внесения на пропашных культурах жидких азотных и азото-серио-содержащих удобрений на базе КАС-32//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 149-152. (40)

5.Милюткин В.А., Гужин И.Н. Многофункциональная система инновационных агрегатов "Туман" для агрохимических технологий в полеводстве АПК//В сб.: Энергетическая, экологическая и продовольственная безопасность: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Нальчик. 2022. С. 111-115. (24)

6.Милюткин В.А., Гужин И.Н., Праздничкова Н.В. Мульти-инжектор-эффективная опция многофункционального агрохимического агрегата «Туман» ООО «Пегас-Агро» при инжекторной, внутрпочвенной подкормке пропашных культур//В сборнике: Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития. Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием. Кинель. 2023. С. 25-31. (21)

7.Милюткин В.А., Гужин И.Н., Толпекин С.А. Оптимальные решения агрохимических задач при возделывании сельхозкультур единой системой агрегатов «Туман...» ООО «Пегас-Агро»//В сборнике: Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов. Сб. докладов IV Международной научно-практической конференции. Курск. 2022. С. 201-206. (35)

8.Милюткин В.А. Эффективность азотных жидких минеральных удобрений КАС-32, КАС+S при предпосевном внесении и внекорневых подкормках кукурузы//В сборнике: Развитие научного наследия великого учёного на современном этапе. Сборник международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию членкорреспондента РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джамбулатова. Махачкала, 2021. С. 110-116. (1)

9.Милюткин В.А. Сравнительная эффективность инновационных технологий внесения жидких минеральных КАС внутрипочвенно и поверхностно по вегетирующей части-листьям сельхозкультур//В сб. Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики В. М. Кокова. Нальчик, 2021. С. 129-132. (12)

10.Милюткин В.А., Сысоев В.Н., Макушин А.Н., Толпекин С.А. Совершенствование технологии возделывания кукурузы с применением жидких азотных удобрений//В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2021. С. 92-95. (9)

11.Милюткин В.А., Зыкин Е.С. Эффективные сеялки точного высева ED, EDX, Presea для возделывания кукурузы//В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы XV Международной научно-практической конференции. Ульяновск, 2025. С. 538-546. (0)

12.Милюткин В.А., Кузьмина С.П. Эффективность российских удобрений: твердых-карбамид, жидких-КАС+S, агрохимического комплекса "Туман" на примере возделывания отечественного гибрида кукурузы - "Ладожский"//В сборнике: Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития. Сборник научных трудов IV Национальной научно-практической конференции с международным участием посвященной 30-летию кафедры «Технология производства и экспертиза продуктов из растительного сырья». Кинель, 2025. С. 55-61. (5)

13. Гужин И.Н., Милюткин В.А. Исследование влияния технологических приемов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении//Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 12-17. (18)
14. Милюткин В.А., Киров Ю.А., Цирулев А.П., Кнурова Г.В. "Туман" ООО "Пегас-Агро". сельхозмашины на универсальной ходовой платформе для решения основных агрохимических проблем в земледелии//АгроФорум. 2022. № 2. С. 8-12. (15)
15. Milyutkin V.A., Buxmann V., Mozgovoy A.V., Rudoi D.V., Olshevskaya A.V. Modern technology for cultivation of agricultural crops in zones of "Risk farming" with conservation and accumulation of atmospheric MOISTURE//В сборнике: XIV International Scientific Conference "Interag-romash 2021". Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1. Springer Verlag, 2022. С. 138-146. (28)

© Милюткин В.А., Милюткин В.А., 2026

**НЕОБХОДИМЫЕ АГРЕГАТЫ В СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВЕ,
ПРЕИМУЩЕСТВА САМОХОДНОГО ВЫСОКО-КЛИРЕНСНОГО
ОПРЫСКИВАТЕЛЯ «PANTERA» ФИРМЫ АО «АМ-ТЕХНИКА»**

**Владимир Александрович Милюткин¹, Viktor Buxmann²,
Владимир Александрович Милюткин³**

¹Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Самарская обл., Россия

²Amazonen-Werke, Germany

³Балтийский федеральный университет имени И. Канта, г. Калининград, Россия

¹oiapp@mail.ru, ²Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Германия

Аннотация. В статье рассматривается целесообразность использования штанговых опрыскивателей, причем самоходных, высоко - клиренсных при производстве пропашных культур: подсолнечник, кукуруза в технологиях с защитой посевов внесением пестицидов и внекорневых подкормках, в частности жидкими азотными удобрениями КАС, а также ЖКУ для повышения урожая и качества продукции без механических повреждений посевов, как при обычных опрыскивателях (прицепных, навесных).

Ключевые слова: сельхозкультуры, высокостебельные, агрохимия, жидкие удобрения, пестициды, внесение, опрыскиватели, высоко - клиренсные

Для цитирования: Милюткин В.А., Buxmann V., Милюткин В.А. Необходимые агрегаты в сельхозпроизводстве, преимущества самоходного высоко-клиренсного опрыскивателя «PANTERA» ФИРМЫ АО «АМ-ТЕХНИКА» // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026., С. 256-261.

Original Article
UDC 631.348.45

**NECESSARY UNITS IN AGRICULTURAL PRODUCTION, ADVANTAGES
OF THE SELF-PROPELLED HIGH-CLEARANCE SPRAYER "PANTERA"
OF THE COMPANY JSC "AM-TECHNICA"**

**Wladimir Alexandrowitsch Miljutkin¹, Viktor Buxmann²,
Wladimir Alexandrowitsch Miljutkin³**

¹Samara State Agrarian University, Kinel, Samara Region, Russia

²Amazonen-Werke, Germany

³Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

¹oiapp@mail.ru, ²Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Deutschland

Abstract. The article considers the feasibility of using boom sprayers, moreover self-propelled, high-clearance ones in the production of row crops: sunflower, corn in technologies with crop protection by applying pesticides and foliar feeding, in particular liquid nitrogen fertilizers UAN (carbamide-ammoniacal mixture), as well as liquid complex fertilizers to increase crop yield and product quality without mechanical damage to crops, as with conventional sprayers (trailed, mounted).

Keywords: crops, high-stem, agrochemistry, liquid fertilizers, pesticides, application, sprayers, high-clearance.

For citation: Milyutkin V.A., Buxmann V., Milyutkin V.A. Necessary units in agricultural production, advantages of the self-propelled high-clearance sprayer "PANTERA" of the company JSC "AM-TEKHNIKA" // Innovations in environmental management and protection in emergency situations: Collection of works of the International scientific and practical conference - Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2026., pp. 256-261.

Агрохимические работы в агропромышленном комплексе – АПК при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям главным образом повышают урожайность и качество продукции [1-2], причем качество продукции, а также ее экологичность зависят от многих факторов, но главными являются виды агрохимических препаратов: удобрения и средства защиты - пестициды; нормы, технологии и соответственно технические средства внесения химических препаратов [3-12]. Из большой номенклатуры технико-технологических агрегатов для внесения агрохимических средств наибольшая нагрузка возлагается на штанговые опрыскиватели, как для пестицидов, так и для жидких удобрений. В настоящее время в нашей стране производится большое количество марок и типов штанговых опрыскивателей: навесных, прицепных, полунавесных, самоходных, также высоко-клиренсных. Учитывая значительную площадь земельных сельскохозяйственных угодий РФ и объемы производства растениеводческой продукции, аграриям страны предлагается [6-13] большое количество как отечественных, так и экспортных опрыскивателей - даже от «недружественных» стран. При высокой стоимости опрыскивателей, особенно самоходных и особенно высоко-клиренсных [9-12] для высокостебельных культур (подсолнечник, кукуруза) [14] предлагаются бюджетные варианты - более простые, менее затратные с минимальным набором опций и более (значительно) дорогие - премиальные с большим набором основных и дополнительных опций. При этом премиальные опрыскиватели гарантированно решают все технологические задачи, работают с цифровым, компьютерным, управлением, комфортны и надежны в работе и обслуживании. Из большого разнообразия штанговых премиальных опрыскивателей наиболее известны, покупаемые в Европе и меньше в России самоходные, высоко-клиренсные опрыскиватели «Pantera» - 4000...4005 (рис.1) предлагаемые АО «Ам-Техника» (г. Самара), разработанные немецкой компанией «Amazonen-Werke».

Самоходный высоко-клиренсный опрыскиватель «Pantera» наиболее рациональный штанговый опрыскиватель из исследуемых более 20 лет (при постоянной модернизации и совершенствовании) Самарским ГАУ. Все самые

современные технологии и системы менеджмента объединены в этом агрегате, который наиболее эффективен для крупных хозяйств, одновременно являясь важнейшей составной частью «интеллектуального растениеводства» (принятый термин для продукции «Amazone»). Естественно, опрыскиватель «Pantera» отвечает всем требованиям и параметрам «интеллектуального» технического средства с высокими «интеллектуальными» возможностями, в чем автор статьи многократно убеждался на многочисленных выставках и демонстрационных совещаниях, и семинарах как в России, так и в Германии. Особенно всегда интересно смотреть на отношение к данной машине со стороны специалистов и фермеров с учетом их профессионального уровня. Компания «Amazonen-Werke» разработала и разрабатывает достаточно большое количество разнообразных опрыскивателей [2-8], многие из которых от самых малых до самых больших делаются в России на фирме АО «Ам-Техника» (ранее АО «Евротехника») с высокой степенью локализации и поэтому продаваемые предприятиям АПК со всеми скидками, установленными в России. В связи с чем высоко-клиренсный опрыскиватель «Pantera» (рис.1) укомплектован всеми самыми современными технико-технологическими решениями для надежной и качественной работы.



Рис.1. Высоко-клиренсный опрыскиватель «Pantera» в транспорте и в работе

Опрыскиватель «Pantera» с технико-технической точки зрения и по цене относится к опрыскивателям премиум – класса, так как имеет все необходимые современные опции для высококачественного и экологического внесения всех видов жидких химических препаратов.

Первое с чего необходимо отметить – это удобные и комфортные условия для работы и обслуживания агрегата у механизатора: интеллектуальная кабина с комфортным сиденьем, отличным круговым обзором и приборов управления, удобным управлением технологическими режимами, хорошей освещенностью рабочей зоны в ночное время, кондиционирование воздуха в кабине и т.д. Также опрыскиватель имеет интеллектуальное управление через функциональный джойстик и терминал Amadrivе. В то же время значительно облегчает работу бортовой компьютер Amatron 3 с интегрированными системами GPS-Switch и GPS-Track. Коммуникация между терминалом и машиной осуществляется серийно через Isobus. При этом технологический процесс внесения химикатов, осуществляемый опрыскивателем с тандемным шасси, спокойно обеспечивает горизонтальное положение штанг при гарантируемой стабильности на склонах с простой регулировкой ширины колеи. Переключение на руление 2-мя колесами, 4-мя колесами и «крабовый ход» осуществляется легко – от ситуации. Силовую установку самоходного опрыскивателя представляет двигатель мощностью 218 л.с. с управлением модусами ECO и Power, обеспечивающими наибольшую эффективность топлива. Мотор отвечает требованиям нормы токсичности 3В. При этом можно комфортно двигаться со скоростью от 0 до 50 км/ч, бесступенчато за счет гидростатической трансмиссии и без необходимости переключения ступеней скорости. Максимально допустимая скорость движения может быть различной в соответствии с требованиями конкретного ПДД.

И главное, особенно важное: опрыскиватель «Pantera» обеспечивает интеллектуальную защиту растений через центр управления и систему менеджмента препарата с облегчением работы. Благодаря штангам Super-L2 с шириной захвата до 40 метров и функции автоматического ведения Distance Control оператор (механизатор) полностью концентрируется на проведении необходимых мероприятий по защите растений.

Опрыскиватель «Pantera» обеспечен оптимальным сервисом «Speed Spraying», что ведет к наивысшей производительности при высочайшем качестве продукции. При необходимости опрыскиватель при защите растений располагает различными приспособлениями для того, чтобы быстро, выгодно и эффективно осуществлять процессы заполнения, транспортировки и очистки. Компания AMAZONE объединяет это техническое оснащение для увеличения производительности при защите растений под одним понятием «SpeedSpraying».

Список источников:

1. Белоусов С.В., Палапин А.В., Мищенко С.Н., Максименко А.В. Перспективные средства для внесения защитно-стимулирующих составов штанговыми полевыми опрыскивателями//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 207. С. 31-49.
2. Милюткин В.А., Канаев М.А Совершенствование технических средств для внесения удобрений. В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. сборник статей: в 3 книгах. Алтайский государственный аграрный университет. 2016. С. 36-37. (72)
3. Милюткин В.А., Сысоев В.Н., Шахов В.А., Длужевский Н.Г. Технико-технологическое обеспечение эффективного внесения на пропашных культурах жидких

азотных и азото-серосодержащих удобрений на базе КАС-32/Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 149 -152. (40).

4. Милюткин В.А., Толпекин С.А., Vuxmann V.E., Длужевский Н.Г. Технико-технологическое обеспечение АПК РФ сельхозмашинами для внесения новых видов жидких минеральных и органических удобрений. В сборнике: Традиции и инновации в развитии АПК. Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 462-468.

5. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Технико-техно-логическое обоснование эффективности жидких минеральных удобрений на базе КАС-32, целесообразность и возможность расширения их использования. АгроФорум. 2020. № 2. С. 47-51. (78)

6. Милюткин В.А., Буксман В.Е. Комплектация агропредприятий современными сельхозмашинами для агрохимического обслуживания земледелия. В сборнике: Научно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса в реализации Государственной программы развития сельского хозяйства до 2020 года. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. 2019. С. 310-315. (12)

7. Милюткин В.А., Иванов В.А. Технико-технологическое обеспечение АПК РФ машинными комплексами АО "Евротехника" (г. Самара) для внесения жидких минеральных удобрений В сборнике: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса. Сборник трудов Международной научно-практической онлайн конференции. 2020. С. 87-92. (7)

8. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Интеллектуальный опрыскиватель нового поколения/Техника и оборудование для села. 2018. № 7. С. 10-12. (69)

9. Милюткин В.А., Дикуша И.А. Высококлиренсный опрыскиватель Туман-4 для агрохимической обработки высокостебельных культур, эффективной десикации подсолнечника/ в сборнике: Аграрная наука и инновационное развитие АПК: состояние, проблемы и перспективы. Сборник материалов II международной научной конференции. Смоленск, 2025. С. 190-194. (0)

10. Милюткин В.А. Высоко-клиренсный опрыскиватель "Туман-4" в системе агрохимического, многофункционального комплекса российского предприятия ООО "Пегас-Агро"/ В сборнике: Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. Материалы XVII Международной научно-практической интернет-конференции. Москва, 2025. С. 192-198. (1)

11. Милюткин В.А., Кнурова Г.В. Технологии с эффективным расходным материалом и инновационной техникой АО «Ам-Техника» (г. Самара), гарантирующие высокую урожайность и качество сельскохозяйственной продукции/В сборнике: Агрономическая химия в XXI веке: теория и практика применения удобрений. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения основоположника научной школы в агрономической химии Прянишникова Дмитрия Николаевича. Ижевск, 2025. С. 205-212.

12. Милюткин В.А. Высококлиренсный опрыскиватель Туман-4 для агрохимического обслуживания посевов и проведение эффективной десикации подсолнечника/ в сборнике: Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию основания инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ. Оренбург, 2025. С. 44-48. (0)

13. Милюткин В.А., Калашников А.В., Диоп А. Техническое обеспечение агрохимической обработки посевов с цифровизацией опрыскивателей-дальнейшее развитие ресурсосберегающих, адаптивных и экологически безопасных технологий в земледелии/В сборнике: Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. Сборник статей V Международной научно-практической конференции. 2020. С. 102-107. (9)

14. Милюткин В.А., Толпекин С.А. Отечественные технико-технологические решения обработок сельскохозяйственных культур жидкими удобрениями и пестицидами, в том числе десикантами/в сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. сборник материалов XX Международной (заочной) научно-практической конференции: в 2 кн. Барнаул, 2025. С. 125-127.

© Милюткин В.А., Vuxmann V., Милюткин В.А., 2026

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОСЕВНОЙ КОМПЛЕКС DISCARA 9000/12000-C АО «АМ-ТЕХНИКА» (г. САМАРА) ДЛЯ ТРАДИЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, MINI-NILL И NO-TILL

**Владимир Александрович Милюткин¹, Viktor Buxmann², Зорин Андрей
Валентинович³, Владимир Александрович Милюткин⁴**

¹Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Самарская обл.,
Россия

²Amazonen-Werke, Germany

³ООО «Зерно жизни», г. Самара, Россия

⁴Балтийский федеральный университет имени И. Канта, г. Калининград, Россия
^{1,3,4} oiapp@mail.ru, ²Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Germany

Аннотация. Рассмотрены предварительные результаты исследований инновационных сеялок Discara 9000-C, Discara 12000-C фирмы АО «Ам-техника», произведенных в России (г. Самара) для влаго-ресурсосберегающих технологий – при прямом посеве технологии No-Till озимой пшеницы сорт «Вьюга» по агрофону – стерня нута в 2025 году. В достаточно засушливый осенний период посева озимой пшеницы сорта «Вьюга» по стерневому фону – нут, благодаря конструкции и технологии посева моно-дисковыми сошниками с минимальной потерей влаги и высокой равномерности высева семян по глубине за счет повышенной нагрузки (240 кг вместо 60 кг) на сошник получены дружные равномерные всходы семян, хорошая их перезимовка с высоким потенциалом.

Ключевые слова: сельхозкультуры, производство, технологии, влаго-энергосбережение, сеялки, моно-дисковые сошники.

Для цитирования: Милюткин В.А., Буксманн В., Зорин А.В., Милюткин В.А. Инновационный посевной комплекс Discara 9000/12000-C АО «Ам-техника» (г. Самара) для традиционных технологий, Mini-Nill и No-Till // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 262-267.

Original article
UDC 631.33.004. (075.05)

DISCARA 9000/12000-C INNOVATIVE SEEDING COMPLEX JSC AM- TEKHNIKA (SAMARA) FOR TRADITIONAL, MINI-NILL, AND NO-TILL TECHNOLOGIES

**Vladimir Aleksandrovich Milyutkin¹, Viktor Buxmann², Zorin Andrey
Valentinovich³, Vladimir Aleksandrovich Milyutkin⁴**

¹Samara State Agrarian University, Kinel, Samara Region, Russia

²Amazonen-Werke, Germany

³Zerno Zhizni LLC, Russia

⁴Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

^{1,3,4} oiapp@mail.ru, ²Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Germany

Abstract. This paper examines the preliminary results of studies of the innovative Discara 9000-C and Discara 12000-C seeders from JSC Am-Tekhnika, manufactured in Russia (Samara), for water- and resource-saving technologies – direct seeding of winter wheat variety "Vyuga" using the no-till technology – chickpea stubble in 2025. During a relatively dry autumn period, sowing the Vyuga winter wheat variety over chickpea stubble resulted in uniform, even seed emergence, good winter survival, and high seeding potential thanks to the design and technology of single-disc seed drills with minimal moisture loss and high seed depth uniformity due to the increased seed load (240 kg instead of 60 kg) per coulter.

Keywords: agricultural crops, production, technology, moisture and energy conservation, seed drills, single-disc seed drills

For citation: Milyutkin V.A., Buxmann V., Zorin A.V., Milyutkin V.A. Discara 9000/12000-C innovative seeding complex JSC AM-TEKHNIKA (Samara) for traditional, mini-nill, and no-till technologies // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 262-267.

Интенсивно развивающийся мировой сельскохозяйственный зерновой рынок в настоящее время значительно совершенствуется как технологически, так и технически. Особенно напряженно и ускоренно приходится решать инновационные проблемы отрасли в Российской Федерации в связи с ограничительными санкциями «недружественных» стран, ранее продуктивно работающим с агропромышленным комплексом-АПК РФ по широкому перечню основных составляющих аграрных технологий и техники. Принятые нашим правительством эффективные меры позволили России не только сохранить высокие достигнутые результаты по производству сельскохозяйственной продукции, в частности зерна, но и сохранить свои ведущие позиции по экспорту зерна в Мире, причем высокого качества и эффективного. Этому способствует обеспечение АПК современными инновационными машинами - сеялками, в частности расширение данного перечня, производимого в г. Самара (Россия) на высокотехнологичном предприятии АО «Ам-Техника» («Евротехника») [1-15].

В развитии широко зарекомендовавших себя инновационных сеялок в АПК России: DMC Primer, Condor [4-5, 9-15] для «энергосберегающих» технологий, фирма АО «Ам-Техника» разработала, испытала и показала на выставке «Золотая Нива 2026» (26 по 29 мая) в г. Усть-Лабинск Краснодарского края инновационный посевной комплекс Discara 9000-C (рис.1) с новыми рабочими органами - моно-дисковыми сошниками, который имеет ряд положительных преимуществ по сравнению с сеялками DMC Primer и Condor. Amazone Discara – пневматические дисковые сеялки с рабочей шириной 9 м

(Discara 9000-C) или 12 м (Discara 12000-C), оснащённые однодисковыми сошниками с междурядьем 19 или 25 см, треугольной подвеской со встроенной пружиной, трехсекционным бункером объёмом 12 700 л и дозирующими устройствами с механическим приводом.



Рис.1. Обновлённый посевной комплекс Amazone Discara 9000-C с шириной захвата 9 метров на выставке «Золотая Нива 2026» (открытые источники).

Ключевые особенности Amazone Discara: - однодисковые сошники на индивидуальной треугольной подвеске с гидравлическим прижимом до 240 кг обеспечивают стабильную глубину высева в условиях как минимальной обработки почвы, так и в условиях прямого сева; - трехсекционный герметичный бункер объемом 12 700 л (4900 л + 3600 л + 4200 л), который позволяет вносить семена в комбинации с двумя видами удобрений или использовать все три секции только заполнения семенами; - механическая система дозирования с приводом от колеса обеспечивает точное внесение семян и удобрений с бесступенчатой регулировкой нормы от 2 до 400 кг/га; опционально доступно внесение удобрений через дополнительные сошники отдельно от семян (только в исполнении с междурядьем 25 см); скорость работы до 14 км/ч, ширина захвата до 12 м и большой бункер объемом 12700 л обеспечивают высокую производительность в условиях ограниченного времени на посев; - бортовой компьютер обеспечивает учет отработанных гектаров и позволяет контролировать работу высевающего аппарата, уровень семян в бункере и работу каждого семяпровода семяпровода.



а)



б)



в)

г)

Рис.2. Сеялка Discara 9000-С фирмы АО «Ам-Техника» (г. Самара) для влаго-ресурсосберегающих технологий Mini-Till (No-Till): а) - общий вид, б) – моно-дисковые сошники, в) – сеялка Discara 9000-С в работе при «прямом» посеве по предшественнику - подсолнечник; г) - сеялка Discara 12000-С в работе при по предшественнику - нут

В 2025 г. в Самарской области в Кошкинском районе в агропредприятии ООО «Зерно жизни» были проведены исследования технологии посева озимой пшеницы сеялкой Discara 12000-С (рис.2г) с сошниками моно-дисками (рис.2б). Предшественником был нут (рис.3а), по которому по технологии No-Till была посеяна озимая пшеница сорта «Вьюга» нормой 3,5 млн семян на 1 га, всходы были в хорошем состоянии, пшеница отлично перезимовала (рис.3 б, в), что гарантирует ее высокий урожай в 2026 году (исследования продолжаются).



а)

б)

в)

Рис.3. Посевы озимой пшеницы (2025 г.): а)-предшественник - стерня нута; б), в)-всходы и динамика развития озимой пшеницы (2026 г.)

Также в 2025 году новой сеялкой Discara 9000-С в СХП «Лозовское» (Самарская обл.) был произведен посев озимой пшеницы, который по отзывам специалистов предприятия показал хорошие результаты: отличные всходы и перезимовку пшеницы, что свидетельствует о перспективности сеялок Discara.

Заключение. Таким образом, фирма АО «Ам - Техника» (г. Самара, РФ) компании Amazonen - Werke (Германия) разработала, серийно выпускает и

представляет аграриям нашей страны эффективную сеялку Discara для посева сельхозкультур как по традиционным технологиям, так и энерго-влажносберегающим - Mini-Till, No-Till. Данная сеялка, как и вся продукция АО «Ам-Техника (г. Самара) имеют высокую степень локализации и реализуется в соответствии с основными программами в Российской Федерации по льготному финансированию, что отвечает задачам опережающего импортозамещения техники для АПК России.

Список источников:

1. Буксман В.Э., Милюткин В.А., Сазонов Д.С. Инновационная техника для инновационных технологий No-Till и Mini-Till для обработки почвы и посева в России//В сб.: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции. 2020. С. 346-349. (19)
2. Милюткин В.А., Вухманн В.Е. Сельскохозяйственная техника с использованием интеллектуальных цифровых агрохимических технологий в АПК России-перспектива обеспечения экологической безопасности продукции//В сборнике: Экология: вчера, сегодня, завтра. Материалы всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 332-337. (18)
3. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Инновационная сельскохозяйственная техника для цифровых технологий в АПК России//АгроФорум. 2020. № 4. С. 10-16.
4. Милюткин В.А., Хайнц Д., Буксман В.Э. Техничко-эксплуатационное обоснование рационального комплекса высокотехнологичных сеялок ДМС для агропредприятий различного уровня//В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2019. С. 416-421. (16)
5. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Эффективный технико-технологический сеялочный комплекс-Condor российского производства (АО "Евротехника" г. Самара) при посеве озимых при недостаточном почвенном увлажнении. АгроФорум. 2020. № 3. С. 64-67. (14)
6. Милюткин В.А., Канаев М.А., Кузнецов М.А. Система механизации мониторинга и управления плодородием почвы в режиме ON-LINE//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 34-39.
7. Милюткин В.А., Шахов В.А., Асманкин Е.М., Ушаков Ю.А., Комарова Н.К., Смелик В.А. Исследования инновационных технологий, техники и жидких минеральных удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси при возделывании сельхозкультур//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 104-111. (39)
8. Милюткин В.А., Толпекин С.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Жидкие азотные и азотосеросодержащие удобрения на базе КАС - эффективная альтернатива твердым минеральным удобрениям//В сборнике: Проблемы современной аграрной науки. Материалы международной научной конференции. Красноярск, 2020. С. 71-74. (45)
9. Милюткин В.А., Толпекин С.А. Эффективное техническое перевооружение сельхозпредприятий дисковыми почвообрабатывающими орудиями Cat-ros (Германия - Россия)//Нива Поволжья. 2017. № 3 (44). С. 90-95. (28)
10. Милюткин В.А. Техничко-технологическое обоснование эффективного восстановления в севообороте «брошенных» земель сельхозтехникой общего назначения//В сборнике: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса//Сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Под общей редакцией И.Н. Миколайчика. 2020. С. 265-270. (26)
11. Милюткин В.А., Орлов В.В. "Strip-Till"-энерго-ресурсо-влажносберегающая технология подготовки почвы для пропашных культур//В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы VII Международной научно-практической конференции. 2016. С. 259-264. (26)

12. Милюткин В.А., Блинова О.А., Толпекин С.А. Научно-практические исследования инновационных технических средств: сеялок точного высева, агрохимических комплексов, удобрений самарских предприятий//В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, 2026. С. 464-469.

13. Милюткин В.А., Шахов В.А., Буксман В.Э., Ружьев В.А. Эффективные и перспективные сеялки DMC и Condor АО "Евротехника" с долотовидными сошниками для ресурсо-влаго-сберегающих технологий при дефиците влаги//В сборнике: Совершенствование инженерно-технического обеспечения про-изводственных процессов и технологических систем. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию основания инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ. Оренбург, 2025. С. 19-23. (0)

14. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Эффективность сеялки DMC Primer АО "Евротехника" в технологии возделывания сои на богаре//В сборнике: Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию основания инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ. Оренбург, 2025. С. 40-44. (0)

15. Milyutkin V.A., Buxmann V., Mozgovoy A.V., Rudoi D.V., Olshevskaya A.V. Modern technology for cultivation of agricultural crops in zones of "risk farming" with conservation and accumulation of atmospheric moisture//В сборнике: XIV International Scientific Conference "Interagromash 2021". Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1. Springer Verlag, 2022. С. 138-146. (28)

© Милюткин В.А., Буксманн В., Зорин А.В., Милюткин В.А., 2026

ПОЛЯ БЕЗ ЛЮДЕЙ: КОГДА АВТОНОМНЫЕ ТРАКТОРЫ ПОЛНОСТЬЮ ЗАМЕНИТ МЕХАНИЗАТОРОВ

Елена Владимировна Мищенко¹, Даниил Александрович Помазан²

^{1,2}Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
г. Орёл, Россия

¹art_lena@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматривается технологическая и социальная трансформация аграрного сектора в контексте перехода к полной автономии сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: автономные тракторы, сельское хозяйство 4.0, точное земледелие, беспилотная техника, компьютерное зрение, лидар.

Для цитирования: Мищенко Е.В., Помазан Д.А. Поля без людей: когда автономные тракторы полностью заменят механизаторов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 268-271.

Original article
UDC 631.3

FIELDS WITHOUT PEOPLE: WHEN AUTONOMOUS TRACTORS COMPLETELY REPLACE MACHINE OPERATORS

Elena Vladimirovna Mishchenko¹, Daniil Alexandrovich Anointed²

^{1,2} Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

¹art_lena@inbox.ru

Abstract. The technological and social transformation of the agricultural sector in the context of the transition to full autonomy of agricultural machinery are discussed in the article.

Keywords: autonomous tractors, Agriculture 4.0, precision farming, unmanned vehicles, computer vision, lidar.

For citation: Mishchenko E.V., Pomazan D.A. Fields without people: when autonomous tractors completely replace machine operators // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 268-271.

Роботизация сельскохозяйственного производства – это внедрение автоматизированных решений и умных машин в процессы возделывания

сельхозкультур, ухода за животными и управления аграрным хозяйством. Задача этой трансформации – повышение эффективности, снижение зависимости от сезонной рабочей силы и более точное использование ресурсов.

Современный трактор – это не просто рычащая груда железа с плугом. Сегодняшняя сельхозтехника больше напоминает серверную на колесах, которая по совместительству умеет копать землю. Переход к полной автономии – это не внезапный прыжок, а логичная эволюция, начавшаяся с появления первой GPS-антенны на крыше кабины. Научное сообщество определяет этот процесс как переход к «Индустрии 4.0» в агросекторе [1, 2]. Мы говорим о киберфизических системах, где программный код управляет гидравликой с точностью до миллиметра. И многие уже говорят: «Зачем нам тракторист, если железка сама видит край поля?». Человеческий фактор – самая дорогая и нестабильная деталь в сельском хозяйстве. Усталость, плохое зрение, банальная невнимательность – всё это превращается в кривые рядки и сожженное впустую топливо.

Чтобы машина могла работать без человека, ей нужно решить три фундаментальные задачи: навигация, детекция и принятие решений [6, 7]:

1. Навигация (RTK-GNSS). Обычного GPS с погрешностью в пару метров недостаточно. Автономные тракторы используют станции RTK (Real Time Kinematic), которые корректируют спутниковый сигнал до точности в 2-3 см. Это позволяет машине возвращаться в ту же колею спустя полгода, не повреждая корни растений.

2. Детекция (Computer Vision & LiDAR). С помощью нейросетей трактор «видит» мир. Лидары сканируют пространство лазерными лучами, строя 3D-модель окружения, а видеокамеры распознают объекты. Трактор должен отличать сорняк от пшеницы, а пробегающую собаку – от неподвижного камня.

3. Sensor Fusion. Это процесс объединения данных. Машина сопоставляет картинку с камеры, облако точек с лидара и данные радара. Если датчики «спорят» между собой, система безопасности блокирует движение.

Автономный трактор можно сравнить с хирургом со скальпелем, где поле – пациент, а каждый проход – прецизионный разрез. Метафора достаточно точная. Представьте уровень ответственности, когда десятитонная машина несется по полю со скоростью 15 км/ч, имея внутри только набор нулей и единиц вместо живого водителя.

И возникает вопрос: когда наступит «полный автоном»? Технически – это возможно уже сейчас. Но реальность суровее презентаций. Мы находимся на этапе, который эксперты называют «уровнем 4» (высокая автоматизация), но для «уровня 5» (полная автономия без присмотра) нужно решить юридические и этические вопросы. Кто виноват, если робот-опрыскиватель решит, что соседская корова – это особо крупный сорняк? Стоимость владения автономным машинно-тракторным парком в долгосрочной перспективе ниже, чем содержание штата сотрудников с их соцпакетами и ошибками.

Рассмотрим современные автономные трактора [3-5].

1. Кейс John Deere 8R (США). В 2022 году компания официально представила полностью автономный трактор для массового рынка. Это не прототип. Фермер просто привозит машину на поле, настраивает границы в

приложении на смартфоне и уходит домой пить кофе. Трактор работает 24/7, отправляя уведомления, если забился сошник или закончилось топливо. Это уже не будущее, это будни штата Айова.

2. Cognitive Pilot (Россия). Отечественные разработчики пошли другим путем. Вместо создания нового трактора они делают «умные мозги», которые можно поставить на «Кировец» или комбайн «Ростсельмаш». Их система компьютерного зрения работает даже там, где нет GPS. В Белгородской области такие комбайны уже убирали урожай практически без участия человека, аккуратно обходя препятствия и выдерживая кромку жатки.

3. Monarch Tractor (Электрическая автономия). В Калифорнии запустили проект компактных электрических тракторов. Они не только ездят сами, но и собирают данные о каждом кусте винограда. Здесь автономия сочетается с экологией. Машина тихая и может работать в паре («рой»), когда один оператор управляет сразу пятью тракторами, которые едут друг за другом.

Многие боятся, что роботы выкинут людей на улицу. Но много ли молодых парней сейчас мечтает крутить гайки в мазуте при +40 градусах в кабине? Сельская местность пустеет по всему миру. Автономия – это не попытка заменить людей, это попытка спасти сельское хозяйство там, где людей просто не осталось. Механизатор будущего – это не человек в засаленном комбинезоне. Это оператор данных в чистом офисе с кондиционером. Его задача – следить за телеметрией, анализировать карты вегетации и выпускать агроботов на поле.

Вопрос ответственности – это то, что тормозит сегодняшний прогресс. Законы не поспевают за кодом. В большинстве стран эксплуатация автономной техники разрешена только под присмотром человека, находящегося в прямой видимости.

Рассмотрим экономический эффект внедрения автономной техники:

- Экономия топлива. Идеальная траектория без лишних разворотов экономит до 15% горючего.
- Снижение расхода химии: Точечное опрыскивание (только на сорняк, а не на всё поле) снижает использование гербицидов на 80 %.
- Ночная работа: Ночью влажность выше, а ветер слабее, что идеально для многих полевых работ. Роботу не нужны мощные фары, чтобы видеть дорогу – ему достаточно ИК-камер и лидара.

Мы стоим на пороге величайшего передела в истории производства еды. Если раньше побеждал тот, у кого больше земли и крепче руки, то теперь тот, у кого лучше алгоритм и чище данные. Конечно, останутся нишевые фермы, где «ручной труд» будет маркетинговой фишкой для продажи дорогого органического сыра. Но массовый сегмент – пшеница, кукуруза, подсолнечник – полностью уйдет в цифру. В следующий раз, когда вы увидите трактор, присмотритесь – возможно, кабина там оставлена просто по привычке или как место для установки дополнительного сервера. Поля без людей – это не пустота, это высшая форма эффективности, где природа и технология наконец-то научились говорить на одном языке без посредника в лице уставшего человека.

Список источников:

1. Бобков, О. Роботизация сельского хозяйства: современные технологии в АПК. <https://www.cleverence.ru/articles/promyshlennaya-avtomatizatsiya/-robotizatsiya-selskogo-hozyaystva-sovremennye-tehnologii-v-apk/?ysclid=mp32dygrz5963356409> (дата обращения 10.05.2026 г.).
2. Бронская, О. Роботы на полях 2050: спасет ли автоматизация от голода 10 миллиардов жителей планеты. <https://science.mail.ru/articles/5963-roboty-v-selskom-hozyaistve/?ysclid=mp32io8e11601362702> (дата обращения 10.05.2026 г.).
3. Мищенко, Е.В., Винокуров, Е.В., Тендетник, Р.А. Агророботы в сельском хозяйстве // Профессия инженер: XI Всероссийская молодежная научно-практическая конференция / А.Л. Севостьянов, Е.В. Мищенко, Т.Г. Павленко, И.В. Сидорова; под общ. ред. А.Л. Севостьянова; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина». – Орел: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, [электронный ресурс], 2023. – С. 56-62.
4. Мищенко, Е.В., Позднякова, В.А. Агророботы и искусственный интеллект в сельском хозяйстве // Профессия инженер: XI Всероссийская молодежная научно-практическая конференция / А.Л. Севостьянов, Е.В. Мищенко, Т.Г. Павленко, И.В. Сидорова; под общ. ред. А.Л. Севостьянова; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина». – Орел: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, [электронный ресурс], 2023. – С. 254-261.
5. Мищенко, Е.В., Попрядухин, Е.В. Агророботы будущего // Научный и экономический потенциал развития общества: теория и практика: материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию финансово-экономического факультета (Благовещенск, 17 ноября 2023 г.). – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2023. – С. 83-86.
6. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Особенности преподавания курса «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование» // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. № 3 (329). 2018. – С. 99-102. Соавтор
7. Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я. Мехатронные и робототехнические системы в сельском хозяйстве // Повышение квалификации руководителей и специалистов АПК как условие обеспечения стабильного развития отрасли. Сборник материалов международной научно-практической конференции. – М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2018. – С. 198-202.

© Мищенко Е.В., Помазан Д.А., 2026

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ СОШНИКА ДЛЯ БОРОЗДКОВОГО ПОСЕВА

Николай Николаевич Романюк¹ Саяхат Оразович Нукешев²,
Валерий Александрович Агейчик³, Валерий Николаевич Еднач⁴,
Юркантович Ярослав Петрович⁵

^{1,3,4,5}Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

²Казахский агротехнический исследовательский университет им.
С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

^{1,3}nik_romanyuk71@mail.ru, ²s.nukeshev@kazatu.edu.kz ⁴valeryednatch@yandex.by

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с техническими средствами для посева. Проведенный патентный поиск позволил установить недостатки существующих сошников для посева. Предложена оригинальная конструкция сошника для бороздкового посева, приспособленного к работе при изменении глубины обработки, влажности, плотности и других параметров почвы и обеспечивающего при этом выполнение технологического процесса согласно агротехническим требованиям.

Ключевые слова: почва, посев, сошник, глубина обработки, влажность, плотность, оригинальная конструкция.

Для цитирования: Романюк Н.Н., Нукешев С.О., Агейчик В.А., Еднач В.Н., Юркантович Я.П. К вопросу совершенствования конструкции сошника для бороздкового посева // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026.С. 272-278.

Original article
UDC 631.331

ON THE QUESTION OF IMPROVING THE DESIGN OF A COULTER FOR FURROW SOWING

Nikolai Nikolaevich Romanyuk¹, Sayakhat Orazovich Nukeshev²,
Valery Aleksandrovich Ageichik³, Valery Nikolaevich Ednach⁴,
Yurkantovich Yaroslav Petrovich⁵

^{1,3,4,5} Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus

²S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

^{1,3}nik_romanyuk71@mail.ru, ²s.nukeshev@kazatu.edu.kz ⁴valeryednatch@yandex.by

Abstract. This article examines issues related to seeding equipment. A patent search revealed the shortcomings of existing seeding coulters. A unique furrow seeding

coulter design is proposed, adapted to varying tillage depth, moisture, density, and other soil parameters while ensuring the technological process complies with agronomic requirements.

Keywords: soil, seeding, coulter, tillage depth, moisture, density, original design.

For citation: Romanyuk N.N., Nukeshev S.O., Ageichik V.A., Ednach V.N., Yurkantovich Ya.P. On the question of improving the design of a coulter for furrow sowing // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 272-278.

Плотность почвы является основной ее агрономической характеристикой, отражающей ее строение, водно-физические свойства, а также биологическую активность. От плотности почвы зависит воздушный, водный, тепловой, питательный режимы, а, следовательно, жизнедеятельность почвенной флоры и фауны. Процесс обработки почвы должен быть направлен на регулирование ее оптимальной плотности, зависящей не только от ее гранулометрического, состава, но и от выращиваемой культуры. Оптимальная плотность для большинства культур находится в пределах $1,1 - 1,25 \text{ г/см}^3$ [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Типы рабочих органов посевных агрегатов оказывают огромное влияние на тяговое сопротивление машино-тракторного агрегата, а также на расход топлива. В связи с этим исследования, направленные на выбор рациональных типов сошников для бороздкового посева в условиях различной влажности почвы являются актуальными.

Целью данных исследований является создание сошника для бороздкового посева, приспособленного к работе при изменении глубины обработки, влажности, плотности и других параметров почвы и обеспечивающего при этом выполнение технологического процесса согласно агротехническим требованиям.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести патентные исследования и проанализировать конструкции сошников для бороздкового посева.
2. Разработать конструкцию сошника для бороздкового посева, приспособленного к работе при изменении глубины обработки, влажности, плотности и других параметров почвы и обеспечивающего при этом выполнение технологического процесса согласно агротехническим требованиям.

Проведенный патентный поиск показывает, что известен сошник для бороздкового посева, содержащий вертикально расположенный дисковый нож, установленный на кронштейне и обеспечивающий разрезание почвы и встречающихся сорняков в вертикальной плоскости на глубину заделки семян, стойку с закрепленным на ней с помощью болтов наральником с острым углом вхождения в почву, выполненным в виде двугранного клина и семяпровод для подачи семян сельскохозяйственных культур на семенное ложе; к обеим сторонам наральника присоединены боковины, причем верхняя образующая этих боковин отклонена от горизонтали на угол α , а нижняя образующая боковин

- на угол α_1 , при этом $\alpha < \alpha_1$, образуя трапецевидный посевной рабочий орган с отклонением боковин от вертикальной оси на угол β ; боковины в нижней части от наральника на своей длины соединены горизонтальной пластиной, высота посевного рабочего органа меньше глубины укладки семян, а ширина прикатывающего катка больше ширины ленты посева на 0,015-0,020 м [9].

Недостатком известного сошника является отсутствие возможности одновременного внесения в почву удобрений и посевного материала.

Известен сошник для бороздкового посева, включающий стойку, наральник, семяпровод, боковину (корпус), устройство для прикатывания почвы после внесения удобрений и семенного материала и устройство для распределения семенного материала, сошник дополнительно снабжен трубкой для подачи гранулированного удобрения, цилиндрическим барабаном для очистки рабочего органа от остатков соломы и примесей от предыдущих культур, наральник выполнен в виде наконечника, устройство для прикатывания почвы после внесения удобрения и посевного материала - в виде сепаратора (его нижняя поверхность), который также выполняет роль устройства для распределения семенного материала (верхняя поверхность), семяпровод - в виде трубки для подачи семян; сошник для бороздкового посева снабжен крыльями, которые позволяют качественно забрасывать семенной материал сверху землей, трубка для подачи семян и трубка для подачи удобрения размещены таким образом, что семенной материал размещается на почве ровной полосой [10].

Недостатком известного сошника для бороздкового посева является забиваемость его внутреннего пространства почвой при изменении глубины обработки, влажности, плотности и других параметров почвы, что препятствует выполнению технологического процесса согласно агротехническим требованиям.

На рисунке 1 представлен общий вид сошника для бороздкового посева, на рисунке 2 – процесс внесения удобрений и семян пшеницы (а – вид сзади, б – вид спереди, в – ожидаемые положения удобрений и семян в деформированной почве), на рисунке 3 показана форма отверстия крыла сошника (а – отверстие анкерного сошника в форме треугольной пирамиды, б – вид сверху анкерного сошника), на рисунке 4 показана принципиальная схема присоединения сепаратора к стойке [11], где 1 – наконечник, 2 – корпус, 3 – стойка, 4 – цилиндрический барабан, 5 – трубка для подачи удобрения, 6 – трубка для подачи посевного материала, 7 – сепаратор, 8 – крылья, 9 - левая, считая по ходу движения сошника, горизонтальная планка, 10 - правая, считая по ходу движения сошника, горизонтальная планка, 11 - передний палец, 12 - передняя втулка, 13 - задний палец, 14 - задняя втулка, 15-сухárь (вспомогательная фиксирующая деталь в сопряжённых узлах механизмов и машин, предохраняющая сопряжённые узлы от относительного смещения), 16 - нажимная штанга, 17 - шарнирное соединение, 18 – кронштейн, 19 - спиральная цилиндрическая пружина, 20 - опорная шайба, 21 - фиксирующая шпилька.

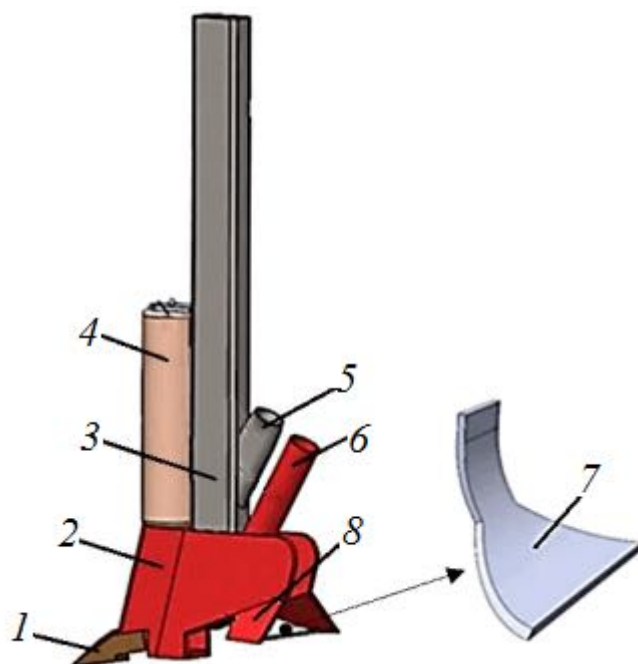


Рисунок 1 – Общий вид сошника для бороздкового посева

В сошнике бороздкового посева (рисунок 1) трубка 5 для подачи удобрения приклепана к стойке 3. Перед приклепкой в стойке 3 выполняют отверстие, куда вставляют трубку 5. Данную трубку 5 и трубку для подачи семенного материала 6 устанавливают параллельно друг к другу, при этом трубку для подачи семян 6 приклепывают к корпусу 2 под углом 30 градусов.

Сепаратор 7 обеспечивает разравнивание и уплотнение поступающей внутрь сошника через специальное отверстие в форме треугольной пирамиды почвы. Устройство также снабжено крыльями 8, которые позволяют качественно забрасывать семенной материал сверху землей, трубка для подачи семян 6 и трубка для подачи удобрения 5 размещены таким образом, что семенной материал размещается на почве ровной полосой.

К боковым сторонам стойки 3, перпендикулярно её передней стороне закреплены левая 9 и правая 10, считая по ходу движения сошника, горизонтальные планки, к которым вслед за трубкой для подачи удобрения 5, и трубкой для подачи семян 6 шарнирно, с помощью расположенному между планками перпендикулярно им переднему пальцу 11 и надетой на него с возможностью относительно переднего пальца 11 перемещения передней втулкой 12 (вращения), присоединен, закрепленный на передней втулке 12, сепаратор 7, причем между боковыми сторонами сепаратора 7 и внутренними поверхностями крыльев 8 установлен в рабочем положении сепаратора 7 зазор минимум 1...1,5 мм, а вслед за передний втулкой 12 шарнирно с помощью расположенному между планками перпендикулярно им заднему пальцу 13 и надетой на него с возможностью относительно заднего пальца 13 перемещения (вращения) задней втулкой 14 присоединен, закрепленный на задней втулке 14, сухарь 15, в который вставлена с возможностью перемещения в его прорези нажимная штанга 16, нижний конец которой с помощью шарнирного соединения 17 присоединен к закрепленному на задней стороне сепаратора 7 кронштейну 18, при этом на нажимную штангу 16 надета спиральная цилиндрическая пружина 19, которая упирается верхним концом в сухарь 15, а нижним – в опорную шайбу 20, закрепленную на нажимной штанге 16 фиксирующей шпилькой 21,

вставленной в одно из регулировочных отверстий нажимной штанги 16, причём нажимная штанга 16 может перемещаться в прорези сухаря 15, причём головка нажимной штанги 16 препятствует выпадению её из сухаря 15.

С помощью регулировочных отверстий нажимной штанги 16, опорной шайбы 20 и фиксирующей шпильки 21 возможно регулирование прижимного выравнивающего воздействия со стороны сепаратора 7 на поверхность поля путем предварительного сжатия спиральной цилиндрической пружины 19, её жесткость может быть изменена за счет уменьшения или увеличения её длины, изменения диаметра прутка или наружного диаметра пружины 19.

Сошник для бороздкового посева работает следующим образом.

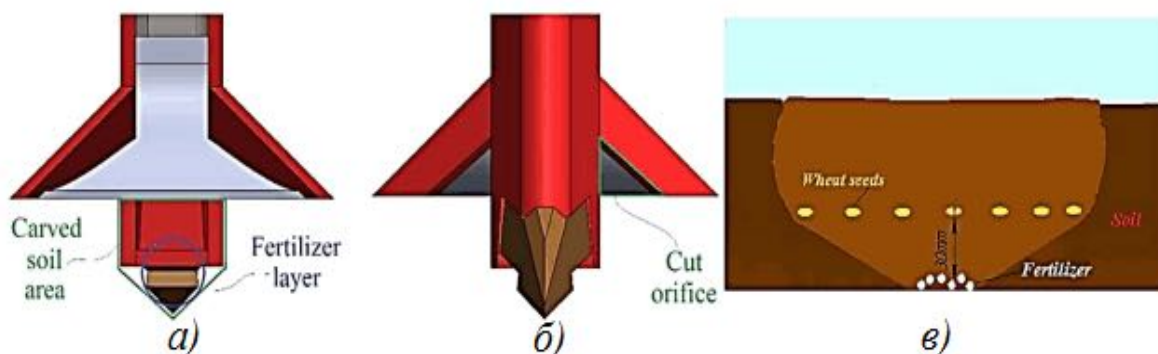


Рисунок 2 – Процесс внесения удобрений и семян пшеницы:

(а – вид сзади, б – вид спереди, в – ожидаемые положения удобрений и семян в деформированной почве)

При движении сошника вперед происходит рыхление почвы, и гранулированные удобрения падают в свое положение в слое для удобрений (рисунок 2, а). В этот момент, если почва не принуждается заполнять вырытую область, это приводит к смешиванию гранулированных удобрений и семян, а также к неравномерному внесению семян на разные глубины. Поэтому крылья анкерного сошника подрезают для принудительного заполнения почвы вырытой области и покрытия слоя удобрений почвой (рисунок 2, б).

Как вырытая область почвы заполняется и как почва, попадающая внутрь анкерного сошника, уплотняется, зависит от размеров отверстия.

Сошник позволяет вносить гранулированные удобрения на более глубокий уровень, чем слой семенного, и создать ровное уплотненное почвенное гнездо для семян (рисунок 2, в).

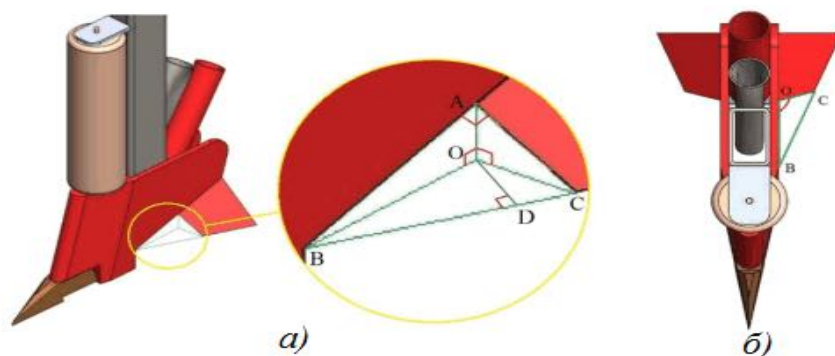


Рисунок 3 – Форма отверстия крыла сошника (а – отверстие анкерного сошника в форме треугольной пирамиды, б – вид сверху анкерного сошника)

Сепаратор 7 разравнивает и уплотняет почву, попадающую в анкерный сошник через вырезанное отверстие. Уплотненное гнездо для семян важно для увеличения контакта между почвой и семенами, так как это может улучшить поддержание влажоснабжения для прорастания семян при различных условиях окружающей среды.

Отверстие крыла сошника в форме треугольной пирамиды, в которое поступает почва (рисунок 3, а). Трубка 5 для подачи гранулированных удобрений приклепана к стойке, создавая возможность для одновременного внесения гранулированных удобрений и семенного материала. Отверстие в форме треугольной пирамиды обеспечивает оптимальное заполнение вырытой области почвой, предотвращает засорение и обеспечивает уплотнение гнезда с семенами.

Форма крыльев сошника создает условия для принудительного заполнения почвой вырытой области, обеспечивая ровное уплотненное почвенное гнездо для семян.

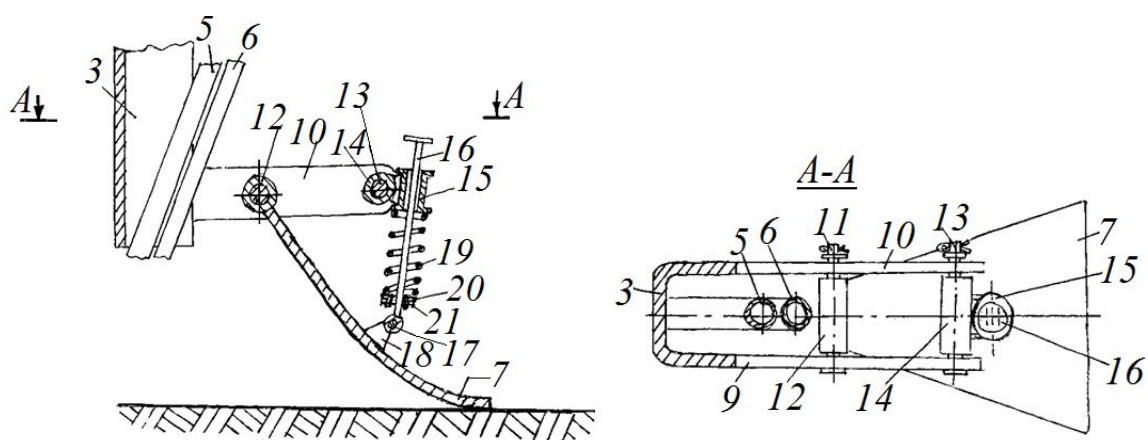


Рисунок 4 – Принципиальная схема присоединения сепаратора к стойке

Конструкция сошника, в частности форма сепаратора и оптимизированная форма отверстия, создают условия для улучшенного взаимодействия семян с почвой, повышают эффективность прорастания (рисунок 4).

С помощью точно подобранного прижимного выравнивающего воздействия со стороны сепаратора 7 на поверхность поля путем предварительного сжатия спиральной цилиндрической пружины 19 в соответствии с глубиной обработки, влажностью, плотностью, типом и другими параметрами почвы, точно подобранной жесткости пружины 19, что обеспечивает дополнительное вибрационное выравнивающее воздействие, а также скоростью движения посевного агрегата, исключается забиваемость внутреннего пространства сошника почвой, что обеспечивает выполнение технологического процесса посева согласно агротехническим требованиям.

Список источников:

1. Роль оптимизации физических свойств почв Белоруссии в повышении урожайности сельскохозяйственных культур / Н.И. Афанасьев, Н.И. Янович, А.В. Горюнова, А.М. Русалович. - Мн.: БелНИИНТИ, 1985. -35с.
2. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств: монография / Н.Н.Романюк // Минск: БГАТУ, 2020. – 200с.
3. Чигарев, Ю.В. Способы снижения вибродинамических нагрузок, передаваемых машинно-тракторными агрегатами на почву / Ю.В. Чигарев, Н.Н. Романюк, С.П. Адамчик // Агропанорама. – 2003. – №4. – С.7–10.

4. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03, 05.20.01 / Н.Н. Романюк; Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – Минск: 2008. – 24 с.
5. Романюк, Н.Н. К вопросу разработки конструкции устройства для внесения минеральных удобрений / Н.Н.Романюк, С.О.Нукешев, А.М.Хартанович // Материалы VII Междунар. науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК», 4–5 июня 2020г. / редкол.: Н.Н. Романюк [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2020. – С.204–206.
6. Чигарев, Ю.В. Агротехническая повреждаемость почв при ударных нагрузках от эксплуатируемых сельскохозяйственных машин и орудий / Ю.В. Чигарев, Н.Н. Романюк, Ю.В. Устиненко // Весці акадэм. аграр. навук РБ. – 1997. – №3. – С.68–70.
7. Влияние ходовых систем тракторов на уплотнение почвы / Н.Н. Романюк, И.С. Крук, А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, Н.Л.Ракова, А.С. Воробей // Агропанорама. – 2024. – № 1. – С.2–7.
8. Влияние параметров ходовых систем колесных машин на изменение плотности почвы / И.Н. Шило, Н.Н.Романюк, И.С.Крук, А.Н.Орда, Р.Р.Галимов, К.Ю.Максимович, С.А.Войнаш, А.А.Лучинович // Тракторы и сельхозмашины. – 2021. – №5 – С. 30–37. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-5-30-37.
9. Патент РФ № 2649330, МПК А01С 7/20, опубл. 02.04.2018 г.
10. Патент на полезную модель Республики Казахстан «Сошник для бороздкового посева» №9864, МПК А01С 7/00, опубл. 29.11.2024 г., бюл. №48.
11. Сошник для бороздкового посева: патент на изобретение 37980 А4 Респ. Казахстан, МПК А01С 7/00 / С.О.Нукешев (KZ); А.Сугирбай (KZ), Н.Н.Романюк (BY); В.А.Агейчик (BY), А.Б. Рустембаев (KZ), В.Н.Еднач (BY); заявитель Нукешев Саяхат Оразович (KZ). – № 2025/0139.1; заявл. 20.05.2025; зарегистрир. 17.04.2026 // Государственный реестр изобретений Респ. Казахстан. – 2026. – Бюл. № 15.

© Романюк Н.Н., Нукешев С.О., Агейчик В.А., Еднач В.Н., Юркантович Я.П., 2026

Научная статья
УДК 631.331.4:621.9

**Николай Николаевич Романюк¹, Валерий Николаевич Еднач²,
Валерий Александрович Агейчик³, Ярослав Петрович Юркантович⁴**

^{1,2,3,4} Белорусский государственный аграрный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

^{1,3}nik_romanyuk71@mail.ru, ²valeryednatch@yandex.by

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ

Аннотация. В статье рассмотрена конструкция гидропневматического посевного устройства, представляющее собой техническое решение, направленное на повышение равномерности заделки семян и улучшение условий их прорастания при недостаточной влажности. Описан принцип работы устройства, конструктивные особенности предлагаемого технического решения. Приведены результаты полевых испытаний, подтверждающие повышение урожайности на 35–40 % по сравнению с традиционными дисковыми сошниками.

Ключевые слова: гидропневматический посев, сеялка, разравнивающий каток, эксцентричные стержни, локальное увлажнение, равномерность заделки семян.

Для цитирования: Романюк Н.Н., Еднач В.Н., Агейчик В.А., Юркантович Я.П. Устройство для посева зерновых в условиях недостаточной влажности // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 279-283.

Original article
UDC 631.331.4:621.9

**Nikolai Nikolaevich Romanyuk¹, Valery Nikolaevich Ednach², Valery
Aleksandrovich Ageichik³, Yurkantovich Yaroslav Petrovich⁴**

^{1,2,3,4}Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus,

^{1,3}nik_romanyuk71@mail.ru, valeryednatch@yandex.by

DEVICE FOR SOWING GRAINS IN CONDITIONS OF INSUFFICIENT MOISTURE

Annotation. The article discusses the design of a hydro-pneumatic sowing device, which is a technical solution aimed at increasing the uniformity of seed placement and improving the conditions for seed germination in areas with insufficient moisture. The article describes the principle of operation of the device and the design

features of the proposed technical solution. The article also presents the results of field tests, which show a 35-40% increase in yield compared to traditional disc coulters.

Keywords: hydro-pneumatic seeding, seeder, leveling roller, eccentric rods, local moistening, seed embedding uniformity

For citation: Romanyuk N.N., Ednach V.N., Ageichik V.A., Yurkantovich Ya.P. Device for Sowing Cereals in Conditions of Insufficient Moisture // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Collection of Papers of the 13th International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 279-283.

В зонах рискованного земледелия очень часто наблюдается нестабильность погодных условий, выражающаяся в учащении засух в весенний период, когда вовсю идет посевная. Это ведет к смещению времени вегетации культур, неравномерным всходам, снижению урожайности и большим экономическим потерям. В связи с этим, актуальной становится задача обеспечения посева зерновых культур с одновременным локальным увлажнением семенного ложа. Традиционные способы посева рассчитаны на высокое содержание влаги в почве после зимы, но смещение климатических зон, не позволяют четко прогнозировать количество осадков и колебания температур. С учетом вышесказанного для производителей сельскохозяйственной продукции необходимы машины которые всегда обеспечивают оптимальные условия для прорастания семян.

Целью работы является обоснование конструкции посевного устройства с разравнивающе-уплотняющим катком для повышения урожайности зерновых на недостаточного увлажненных почвах.

Основным параметром, характеризующим количество влаги в почве, является показатель полевой влагоемкости, которая показывает максимальное количества воды, которое почва может удерживать в порах. Почвы с разным гранулометрическим составом и структурой удерживают разное количество воды до достижения полной полевой влагоемкости. Хорошее прорастание семян протекает при оптимальной влажности почвы от 50 до 75 % от полевой влагоемкости [3]. При посеве в сухую почву, прорастание некоторых зерновых возможно также при значениях от 35 до 40% от полевой влагоемкости, однако при влажности более 50 % вероятно равномерное прорастание [4]. Зачастую для пробуждения семян растений к росту необходим полив, однако для этого требуется большое количество жидкости, чтобы промочить всю зону, где находится высеянное семя. Также возможно вымывание семян и изменение глубины их расположения относительно поверхности поля. Введение небольшого количества жидкости в зону высева семени с помощью гидравлической насадки решит все вышеперечисленные проблемы с поливом семян.

Ключевой особенностью катка является наличие двенадцати стержней диаметром 10 мм, установленных в отверстиях реборд с возможностью вращения. Средняя часть каждого стержня выполнена с эксцентриситетом 15 мм относительно оси вращения, что создаёт кулачковый эффект при качении по

почве. На колене оси катка установлен резиновый прикатывающий элемент, обеспечивающий дополнительное уплотнение почвы над семенами (рисунок 1).

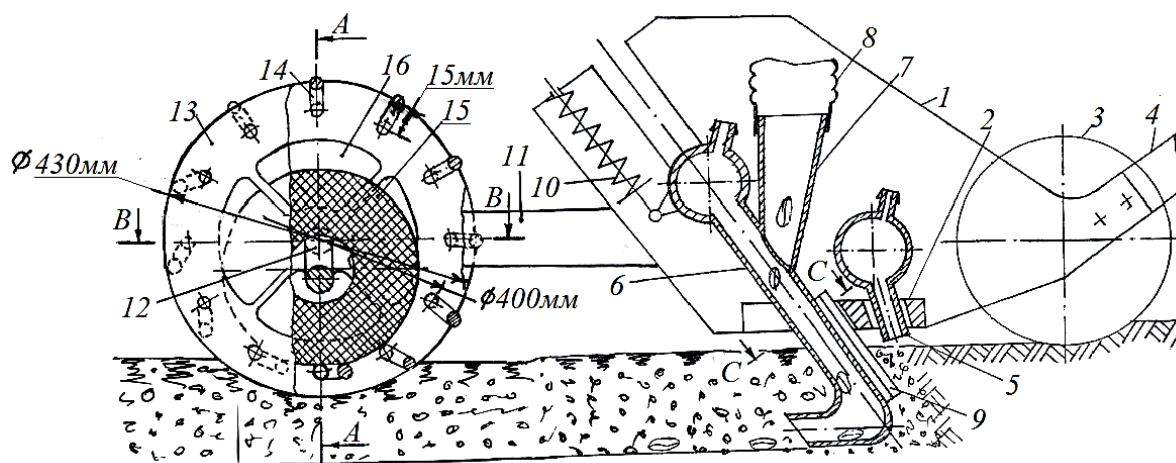


Рисунок 1 – Высевающее устройство

Гидропневматическое посевное устройство, осуществляет посев сельскохозяйственных культур, и включает корпус 1 с направляющей пластиной 2, который монтируется на каток 3 и при помощи поводков 4 крепится к сошниковому брусу сеялки. На корпусе 1 крепится гидравлическая насадка 5, а за ним трубка, транспортирующая семена 6, на которой имеются воронка 7 для соединения с семяпроводом 8, и Т-образная направляющая 9. Трубка, транспортирующая семена 6 на месте выхода семян выполнена изогнутой в противоположную сторону движения сеялки. Глубина хода трубка, транспортирующая семена 6 обеспечивается усилием нажимной пружины 10. Трубка, транспортирующая семена 6 с Т-образной направляющей, перемещается в продольно-вертикальной плоскости относительно Т-образного наклонного паза направляющей пластины 2.

Разравнивающий и уплотняющий каток посевного устройства содержит присоединенную к задней части корпуса 1 устройства, считая по направлению его движения, симметричные продольной вертикальной плоскости симметрии устройства рамку 11, перпендикулярную этому направлению горизонтальную ось 12 и реборды 13, в отверстиях которых установлены с возможностью вращения вокруг своих осей образующие рабочую поверхность катка стержни 14, средняя часть которых выполнена с эксцентриситетом 15 мм относительно их осей вращения, где ось 12 имеет равное или меньшее по длине средней части стержней колено и жёстко крепится при его нижнем положении к рамке 11. Реборды 13 имеют наружный диаметр 430 мм и установлены по краям оси 12 с возможностью вращения относительно её, а на колене оси 12 по его длине установлен резиновый каток 15. Расчётная схема определения минимально возможного размера наружного диаметра резинового катка приведена на рисунке 2.

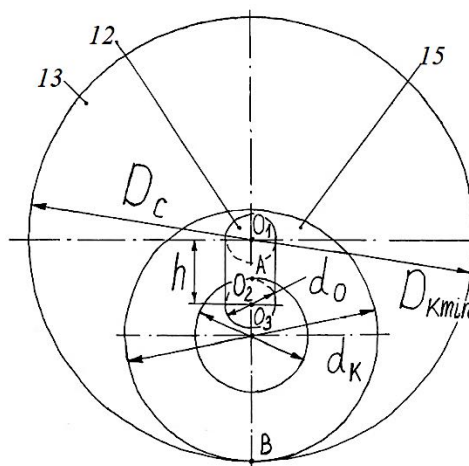


Рисунок 2 - Расчётная схема определения минимально возможного размера наружного диаметра резинового катка D_{Kmin} .

Внутренний диаметр d_K резинового катка больше диаметра оси d_0 , но не превышает высоты колена h вместе с диаметром оси d_0 , а наружный диаметр резинового катка D_K меньше диаметра установки на ребрах стержней D_C , но больше $D_C - 2h + d_0 - d_K$.

Расчёт геометрических параметров резинового катка выполнен по формуле:

$$D_{Kmin} = 2O_3B = 2(O_1B - O_1O_2 + O_2A - AO_3) = D_C - 2h + d_0 - d_K.$$

Гидропневматическое посевное устройство работает следующим образом.

При поступательном движении устройства, истекающая струя жидкости из насадки образует на поверхности почвы бороздку. По мере образования бороздки трубка, транспортирующая семена 6 под воздействием нажимной пружины 10 перемещается в продольно-вертикальной плоскости на дно бороздки. Семена из высевающего аппарата по семяпроводу 8 поступают в воронку семятранспортирующей трубки 6, где сжатый воздух транспортирует их ко дну бороздки.

При перекачивании катка за присоединённую к сеялке рамку 11, опирающиеся на почву стержни 14, благодаря эксцентрично расположенной средней части, проворачиваются в отверстиях реборд 13, поскольку эксцентриситет создаёт крутящий момент. При этом в нижнем положении стержни 14 прижимаются сверху к поверхности почвы резиновым катком 15, в результате чего возникает эффект подтормаживания катка 15 сеялки и стержни 14 эффективно выполняют свою разравнивающую поверхность почвы функцию, а резиновый каток 15 одновременно прикатывает почву над семенами. После отрыва от почвы вследствие эксцентриситета и под действием центробежных сил стержни 14 вновь проворачиваются в отверстиях реборд 13, что обеспечивает самоочистку рабочей поверхности катка 15 сеялки от налипающей почвы.

Выводы

Гидропневматическое посевное устройство с разравнивающе-уплотняющим катком обеспечивает комплексное воздействие на посевное ложе:

образование бороздки, точную подачу семян, их разравнивание и прикатывание с одновременным локальным увлажнением.

Применение эксцентричных стержней в конструкции катка повышает эффективность разравнивания почвы и обеспечивает самоочистку рабочей поверхности, что особенно важно при работе на связных и засорённых почвах.

Разработанное устройство может быть адаптировано для различных типов сеялок и культур, что расширяет область его практического применения.

Список использованных источников:

1. Патент РФ № 219771 U1, МПК А01С 7/04. Гидропневматическое посевное устройство / Ореховская А.А. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина. — № 2023108383; заявл. 03.04.2023; опубл. 04.08.2023, Бюл. № 22. — 5 с.
2. Агрофизические процессы формирования запасов продуктивной влаги в почве / Е.П. Денисов [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2014. № 8. С. 10-15.
3. Электронный источник. Vegetables New Zealand. Точка доступа. <https://www.vegetables.bayer.com/nz/en-nz/innovation/seed-technology/seed-quality-knowledge-center/quality-testing/vegetable-seed-germination-and-emergence.html> Дата доступа 09.05.2026.
4. Электронный источник. Seeding wheat and barley into dry soils. Точка доступа. <https://www.albertagrains.com/the-growing-point/articles-library/seeding-wheat-and-barley-into-dry-soils>. Дата доступа 09.05.2026.
5. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств : монография / Н.Н.Романюк // Минск : БГАТУ, 2020. – 200с.
6. Романюк, Н. Н. Комбинированный сошник зерновой сеялки / Н. Н. Романюк, В. Н. Еднач, В. А. Агейчик // Агропромышленный комплекс в условиях инновационного развития: наука, технологии, кадровое обеспечение: материалы I Международной научно-практической конференции, Минск, 6-7 июня 2024 г. - Минск: БГАТУ, 2024. - С. 90-93.
7. Патент РФ № 2536932 С1, МПК А01С 7/04. Гидропневматическое посевное устройство / Раднаев Д.Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова. - № 2013120690/13; заявл. 06.05.2013; опубл. 27.12.2014 Бюл. № 36. - 5 с.

© Романюк Н.Н., Еднач В.Н., Агейчик В.А., Юркантович Я.П., 2026

ПРОБЛЕМА УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕЁ ХОДОВЫХ СИСТЕМ МАШИН

Андрей Викторович Хизов¹

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹andrei.hizov@yandex.ru

Аннотация. В работе рассматривается проблема негативного воздействия ходовых систем машин на почву, что приводит к ее уплотнению. Даны направления по снижению уплотняющего воздействия движителей машин на почву и повышению урожая сельскохозяйственных культур. **Ключевые слова:** проблема, уплотнение, ходовые системы, движители, почва, урожай, сельскохозяйственные культуры.

Для цитирования: Хизов А.В. Проблема уплотнения почвы при воздействии на неё ходовых систем машин // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 284-288.

Original article
UDC 631.3

THE PROBLEM OF SOIL COMPACTION WHEN EXPOSED TO THE RUNNING SYSTEMS OF MACHINES

Andrey Viktorovich Khizov¹

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹andrei.hizov@yandex.ru

Abstract. The paper considers the problem of the negative impact of running systems of machines on the soil, which leads to its compaction. Directions are given to reduce the compacting effect of machine running gear on the soil and increase crop yields.

Keywords: problem, compaction, drive systems, drives, soil, yield, agricultural crops.

For citation: Khizov A.V. The problem of soil compaction when exposed to the running systems of machines // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp 284-288.

Для улучшения урожайности и повышения производительности труда в сельском хозяйстве промышленностью России разрабатываются трактора и комбайны тяжелого класса. За последние 40 - 60 лет масса (вес) тракторов увеличилась в 2,8 – 4,2 раза, а комбайнов в 3,6 раза с 4,0 до 21,8 тонн, что значительно влияет на уплотнение почв сельскохозяйственных культур, снижения роста растений, физико-химический состав почв и их агрофизические свойства [1].

Также увеличился и вес рабочих органов машин, которые служат для выполнения различных операций по обработке почвы и ее обслуживанию при бороновании, внесении удобрений, посеве и других видов работ. При неоднократном проходе ходовыми системами сельскохозяйственных машин по полю повышается её уплотнение, воздух, находящийся в порах почвы, вытесняется и выдавливается, что приводит к снижению роста растений и их урожайности.

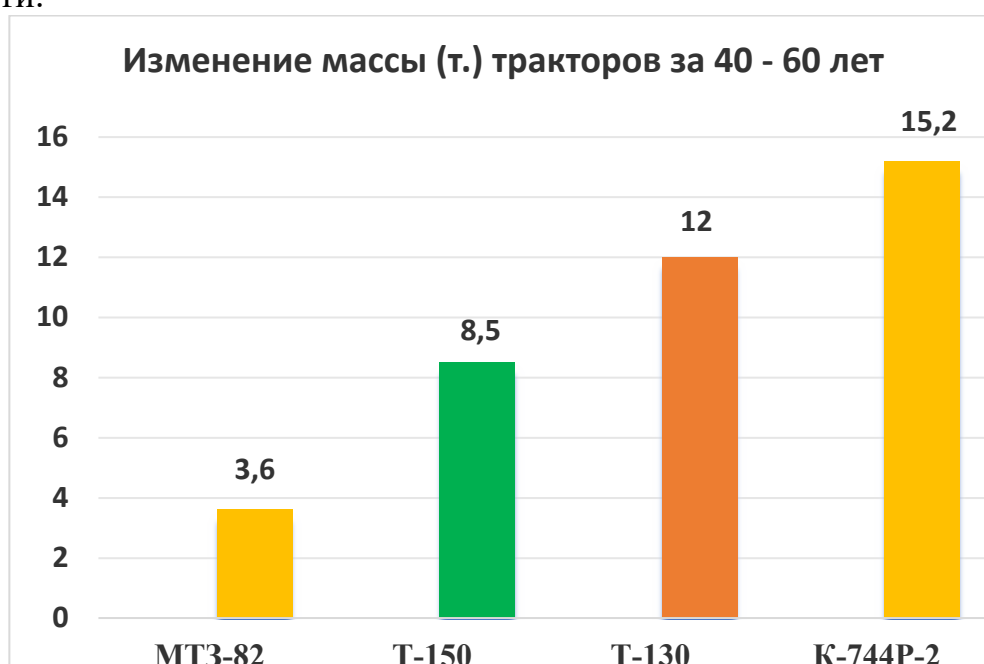


Рис. 1 Изменение массы (тонн) тракторов за последние 40 - 60 лет

Повышение массы тракторов за последние 40 – 60 лет, а также и их прицепных агрегатов, привело к более глубокому и продолжительному воздействию на почву, увеличению давления и изменению ее состава.

При многократных воздействиях движителями машин на почву, плотность ее увеличивается, изменяется твердость и качественный состав, снижается впитываемость, что уменьшает всхожесть семян. А это приводит к снижению и недобору урожая.

Работы многих наших ученых Ксеновича И.П., Гайнулина И.А., Рабочева И.С., Файнлейба А.М., Белова Г.Д., Подолько А.П., Водяника И.И., Опейко и многих других, в которых они обращают внимание на снижение негативного воздействия движителей машин на почву, которые предлагаю разделить на три основных направления:

1. конструкторские,

2. технологические,
3. агрономические.

Конструкторские решения, применяемые на кафедре университета, снижающие вредное воздействие ходовых систем машин на почву:

- расстановка колес на разную ширину колеи передней и задней оси;
- увеличение числа осей ходовой системы машинно-тракторных агрегатов;
- снижение давления в пятне контакта колеса с почвой за счёт сдвигания колес;
- применение накладного бандажа для уменьшения высоты грунтозацепов и увеличения площади пятна контакта;
- равномерное распределение массы трактора по осям за счёт установки дополнительной оси, а также и другие изменения [2, 3].

К технологическому решению относятся технологии, применяемые при возделывании сельскохозяйственных культур, и работы по уменьшению количества проходов в поле движителями машин.

В агрономическое решение входят работы по внесению органических удобрений, применению способов разуплотнения почв, а также работы по обработке почвы в оптимальные сроки.

Применяя схему чередования культур при севообороте, сортов, сроков и способов посева культур, используя удобрения, обеспечивается строгое соблюдение всех необходимых технологий, позволяющих увеличить урожайность.

В корне отличаются интенсивные технологии от применяемых традиционных, тем, что позволяют применять комплекс научных, обоснованных способов при обработке почвы, внесении удобрений растительной и почвенной диагностики, защиту от болезней, сорняков и вредителей, подход к технологии и возделыванию культур, применения программирования и управления технологическим процессом.

Уплотняя почву движителями машин, хуже развивается система микроорганизмов, разрушается корневая система растений. Плодородный слой почвы изменяет свою структуру и при измельчении ходовыми системами машин она выветривается и вымывается. Такие изменения приводят к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и эрозии почвы.

Установлено опытным путем, что при комплексном применении агрономических, технологических и конструкторских решений одновременно при обработке почвы приводит к повышению урожайности, росту производительности труда и сохранности плодородия почв [4, 5].

Одним из важнейших показателей воздействия машин на почву это ее влажность. Так при одинаковой нагрузке основным показателем становится глубина деформаций и степень уплотнения, которые могут достигать от 90 до 100 см. Особенно в большей степени это проявляется на поворотных полосах движения [6].

Так в Саратовском государственном аграрном университете имени Вавилова Н.И. в течение последних 20 - 40 лет были проведены исследования на

кафедре «Мелиоративные и строительные машины» по внедрению конструкторских решений на изменение ходовых систем различных машин (колесных и гусеничных), с целью снижения уплотнения почвы движителями машин. И эта работа постоянно ведется.

Представляем на рисунке 2 изменения ходовых систем машин и как они влияют на повышение урожайности озимой пшеницы в Саратовской области.

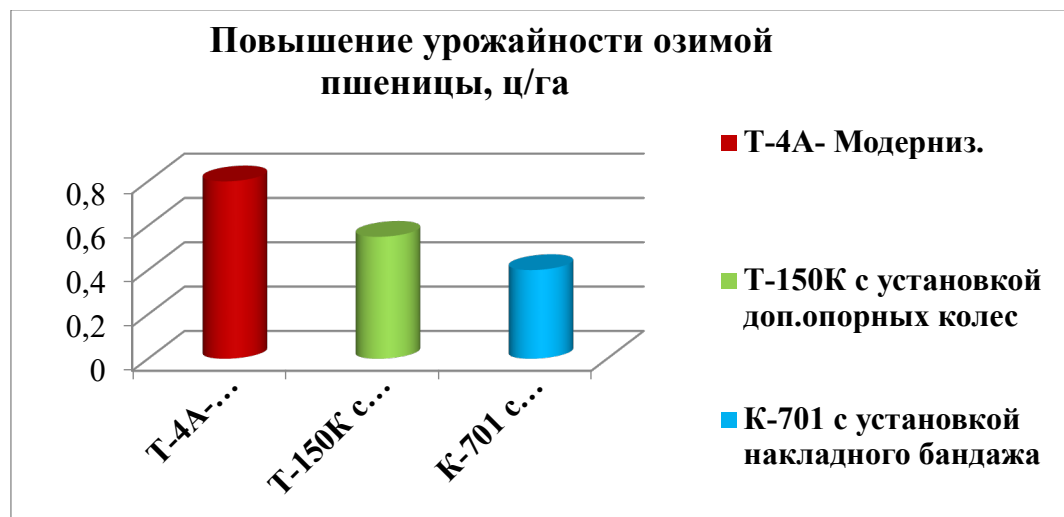


Рисунок 2 – Показатели повышения урожайности озимой пшеницы при изменении конструкции движителей машин

Проанализировав вышесказанное необходимо отметить, что выбранные направления конструкторские, технологические и агрономические при их комплексном применении будут повышать урожайность и снижать воздействие на почву ходовых систем машин, даже в связи с увеличением веса тракторов.

Сегодня такой научный подход необходим для сельского хозяйства страны, что в результате повысит урожайность посевных культур и позволит добиться хороших показателей, а в последующем - снизить негативное воздействие на почву движителей машин. Проблема острая и ей необходимо дальше заниматься.

Список источников:

1. *Ананьев В.А., Хизов А.В.* Изменения, происходящие в почве при воздействии на нее ходовой системы машины // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: сб. материалов III междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. В.В. Слюсаренко. Саратов. Изд-во Амирит, 2016. С. 82-84.
2. *Миркин С.Н., Хизов А.В., Спиридонов К.А.* Экспериментальные исследования воздействия гусеничных тракторов на почву // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова / отв. ред. Н.И. Кузнецов. Саратов. Изд-во Саратовский ГАУ. 2006. N 5. С. 63-64.
3. *Слюсаренко В.В., Аникин А.С., Миркин С.Н. и др.* Обоснование типа движителя и оптимизация его параметров для энергонасыщенных тракторов “Кировец” и разработка рекомендаций по улучшению эффективности и сферы использования этих тракторов на сельскохозяйственных и мелиоративных работах // Саратов. Изд-во СХИ. Информ. карта N 02900011423, 1989. С. 59.

4. *И.Н. Шило*. Влияние числа осей ходовой системы машинно-тракторных агрегатов на изменение плотности почвы / *И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда и др* // Вестник ТГТУ. 2018. Том 24. N 1. TRANSACTIONS TSTU. С. 149 - 160.

5. *Хизов А.В.* Снижение уплотнения почвы движителями машин // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: материалы IV междунар. науч.-практ. конф. 15 марта 2021 г. Макеевка: в 7 т. /гл. ред. В.И. Веретенников. Изд-во ГОУ ВПО "Донбасская аграрная академия", Макеевка. ДОНАГРО, 2021. Т II. С. 123-126.

6. *Ксенович И.П.* Ходовая система – почва – урожай. / И.П. Ксенович, В.А., Скотников, М.И., Ляско; Под общей редакцией И.П. Ксеновича. – Москва. Агропромиздат, 1985. – 304 с.

© Хизов А.В., 2026

Научная статья

УДК 621.432/004.932

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАГИНА GLCM TEXTURE ДЛЯ ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА ХРОМАТОГРАММ МОТОРНОГО МАСЛА

Валерия Константиновна Корнеева¹, Вячеслав Михайлович Капцевич²

^{1,2}Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь

¹lerakor1974@mail.ru, ²slavakap47@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена разработке метода экспресс-диагностики моторного масла на основе текстурного анализа хроматограмм Blotter Spot с использованием плагина GLCM Texture программы ImageJ. Исследования проводились на образцах моторного масла Лукойл Авангард 10W-40 с наработкой 0, 33, 88, 135, 185 и 250 часов. Измерения текстурных параметров (контраст, однородность, энергия, корреляция, энтропия) выполнялись для всего масляного пятна. Установлены закономерности изменения текстурных параметров в зависимости от наработки масла. Разработан комплексный диагностический показатель DGLCM для интегральной оценки степени деградации моторного масла.

Ключевые слова: моторное масло, экспресс-диагностика, метод Blotter Spot, текстурный анализ, GLCM, ImageJ, деградация масла.

Для цитирования: Корнеева В.К., Капцевич В.М. Применение плагина GLCM Texture для текстурного анализа хроматограмм моторного масла // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 289-297.

Original article

UDC 621.432/004.932

APPLICATION OF THE GLCM TEXTURE PLUGIN FOR TEXTURE ANALYSIS OF MOTOR OIL CHROMATOGRAMS

Valeria Konstantinovna Korneeva¹, Vyacheslav Mikhailovich Kaptsevich²

^{1,2}Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus.

¹lerakor1974@mail.ru, ²slavakap47@mail.ru

Abstract. This study develops a method for rapid diagnostics of motor oil based on texture analysis of Blotter Spot chromatograms using the GLCM Texture plugin in

ImageJ. The study was conducted on Lukoil Avangard 10W-40 motor oil samples with 0, 33, 88, 135, 185, and 250 hours of service. Texture parameters (contrast, homogeneity, energy, correlation, and entropy) were measured for the entire oil slick. Patterns of change in texture parameters depending on oil service life were established. A comprehensive diagnostic indicator, DGLCM, was developed for the integrated assessment of motor oil degradation.

Keywords: motor oil, rapid diagnostics, Blotter Spot method, texture analysis, GLCM, ImageJ, oil degradation.

For citation: Korneeva V.K., Kaptsevich V.M. Application of the GLCM Texture plugin for texture analysis of motor oil chromatograms // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 289-297.

Экспресс-диагностика технического состояния моторных масел является одной из важных задач при техническом обслуживании двигателей внутреннего сгорания. Своевременное выявление критической степени деградации масла позволяет предотвратить преждевременный износ деталей двигателя и снизить затраты на ремонт. Традиционные лабораторные методы анализа масел (спектральный анализ, хроматография, определение кислотного и щелочного числа) требуют значительного времени и дорогостоящего оборудования, что ограничивает их применение в полевых условиях [1]. В связи с этим актуальной является разработка простых и доступных методов экспресс-оценки качества моторных масел.

Метод капельной пробы (*Blotter Spot*) основан на капиллярной хроматографии моторного масла на фильтровальной бумаге [2]. При нанесении капли масла на бумагу происходит ее растекание с образованием характерных кольцевых зон: ядра, содержащего тяжелые продукты деградации (сажа, металлические частицы), диффузионной зоны с коллоидными частицами и периферийной зоны чистого масла. Визуальная оценка хроматограммы традиционно применяется для ориентировочной оценки состояния масла, однако субъективность определения размеров зон и их окрашивания снижает точность диагностики [3].

В то же время, применение методов компьютерного зрения для анализа изображений позволяет объективизировать оценку размеров, окрашивания и текстуры хроматограмм. Так, в работах [3–6] для определения размеров и окрашивания кольцевых зон хроматограмм были раскрыты новые возможности их объективной оценки с использованием инструментов и плагинов программного комплекса *ImageJ* [7]. Однако, оценка текстуры зон масляного пятна является нерешенной задачей. Для ее решения может быть использован плагин *GLCM Texture*, основанный на математическом аппарате матриц совместной встречаемости уровней серого (*GLCM*) [8]. *GLCM* нашел применение для анализа изображений, полученных методами ультразвуковой диагностики, компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии и др. [9–11].

Целью настоящей работы является установление количественных критериев оценки степени деградации моторного масла по текстурным параметрам хроматограмм *Blotter Spot* с использованием плагина *GLCM Texture* программы *ImageJ*.

В качестве объекта исследований выбирались цифровые изображения хроматограмм моторных масел Лукойл Авангард 10W-40 с наработкой 0, 33, 88, 135, 185 и 250 ч (рисунок 1), отобранных из картера ДВС Д-260.4S2 трактора Беларусь 2022.3 при проведении весенних полевых работ.

Для формирования хроматограмм использовался метод *Blotter Spot* (капельная проба), а их цифровые изображения получали при помощи цифрового фотоаппарата и сохраняли в формате *JPEG* с разрешением 600 dpi.

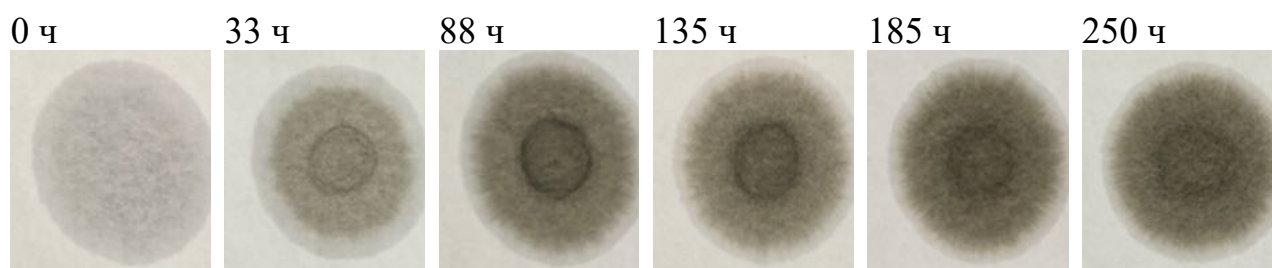


Рисунок 1 – Цифровые изображения хроматограмм моторных масел Лукойл Авангард 10W-40 с различной наработкой

Текстурный анализ цифровых изображений выполнялся в программе *ImageJ* с использованием плагина *GLCM Texture*. Данный плагин вычисляет статистические характеристики текстуры на основе матрицы совместной встречаемости уровней серого (*GLCM*). Математически нормализованная *GLCM* представляет собой квадратную матрицу размером $N \times N$, где N – количество уровней градаций серого анализируемого изображения. Каждый элемент матрицы $P(i, j)$ определяется как вероятность совместного появления пары пикселей с уровнями яркости i и j , расположенных на заданном расстоянии d и в заданном направлении θ .

Для определения основных текстурных параметров *Angular Second Moment*, *Contrast*, *Correlation*, *Inverse Difference Moment* и *Entropy* задавали условие для расчетов *GLCM*: расстояние $d = 1$ пиксель; направление $\theta = 0^\circ$ (все направления) (рисунок 2). Плагин работает с изображениями в формате 8-bit с количеством уровней серого $L = 256$.

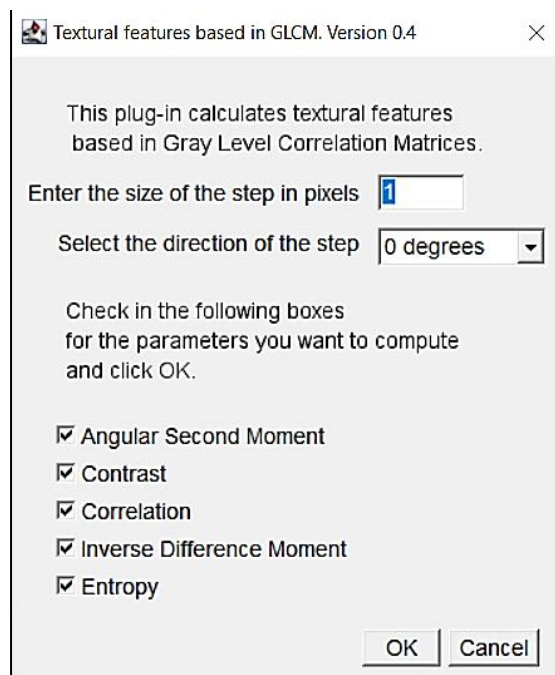


Рисунок 2 – Окно плагина *GLCM Texture* для установления параметров текстурного анализа

Angular Second Moment (угловой второй момент) *ASM* или *Energy* (энергия) E – характеризует степень упорядоченности текстуры:

$$E = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} [P(i, j)]^2.$$

Максимальное значение E , равное 1, достигается, когда все пиксели имеют одинаковую яркость.

Contrast (контраст) C – характеризует локальную изменчивость интенсивности окрашивания:

$$C = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} (i - j)^2 \cdot P(i, j).$$

Высокие значения контраста указывают на наличие резких перепадов яркости – резких границ между светлыми и темными областями. Нулевое значение контраста соответствует изображению с постоянной яркостью.

Correlation (корреляция) Cor – мера линейной зависимости между уровнями интенсивности окрашивания:

$$Cor = \frac{\sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} (i - \mu_i)(j - \mu_j)P(i, j)}{\sigma_i \sigma_j},$$

где μ_i , μ_j – средние значения частных распределений; σ_i , σ_j – их стандартные отклонения.

Корреляция показывает степень линейной связи между значениями интенсивности окрашивания пары пикселей. Значение +1 указывает на полную положительную линейную зависимость (интенсивность окрашивания пары пикселей изменяется синхронно). Значение 0 указывает на отсутствие линейной корреляции. Отрицательные значения возможны для инвертированных текстур.

Inverse Difference Moment (обратный разностный момент) *IDM* или *Homogeneity* (однородность) H – локальная однородность изображения:

$$H = \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} \frac{P(i,j)}{1+(i-j)^2}.$$

Высокие значения H указывают на преобладание пар пикселей с близкими уровнями яркости ($|i-j|$ мало), что соответствует гладким, равномерно окрашенным областям без резких перепадов. Максимальное значение $H = 1$ достигается для изображения, в котором все пиксели имеют одинаковое значение интенсивности окрашивания.

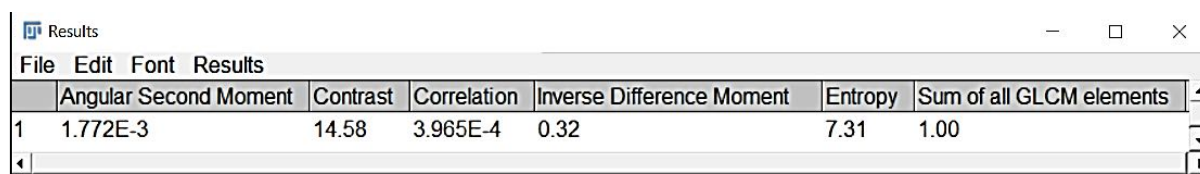
Entropy (энтропия) Ent – мера хаотичности и неоднородности текстуры:

$$Ent = - \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} P(i,j) \log_2 P(i,j),$$

при этом $P(i,j) \log_2 P(i,j) = 0$ при $P(i,j) = 0$.

Энтропия достигает максимума при равномерном распределении элементов *GLCM*, когда все элементы матрицы имеют примерно одинаковую вероятность. Это соответствует максимальной случайности и информационной сложности текстуры. Минимальные значения энтропии характерны для упорядоченных текстур.

Результаты измерения вышеописанных текстурных параметров для цифрового изображения хроматограммы, переведенного в формат 8-bit, отображаются в отдельном окне плагина (рисунок 3).



	Angular Second Moment	Contrast	Correlation	Inverse Difference Moment	Entropy	Sum of all GLCM elements
1	1.772E-3	14.58	3.965E-4	0.32	7.31	1.00

Рисунок 3 –Окно результатов определения текстурных параметров плагина *GLCM Texture*

В таблице 1 представлены результаты измерений текстурных параметров *GLCM* для масляных пятен с различной наработкой τ .

Таблица 1 – Результаты измерений текстурных параметров *GLCM*

τ , ч	$E \times 10^4$	C	$Cor \times 10^4$	H	Ent
0	32,82	6,37	41,30	0,43	6,09
33	19,94	10,66	9,41	0,37	6,87
88	15,01	11,70	4,82	0,35	7,24
135	17,63	13,87	4,66	0,34	7,30
185	17,72	14,58	3,97	0,32	7,31
250	15,16	17,12	3,96	0,30	7,39

Анализ результатов, представленных в таблице 1, позволяет установить следующее.

Энергия E снижается с $32,82 \times 10^{-4}$ при наработке 0 ч до $15,16 \times 10^{-4}$ при наработке 250 ч, что составляет $-53,8 \%$.

Снижение энергии отражает потерю упорядоченности текстуры обусловленную, во-первых, хаотичным распределением продуктов деградации – сажа, продукты окисления и металлические частицы распределяются неравномерно, снижая повторяемость структур, во-вторых, увеличением разнообразия структур – различные продукты деградации создают разнообразные текстурные структуры, снижающие энергию, в-третьих, нарушением однородности масляной пленки – разбавление топливом, накопление воды и антифриза изменяет структуру пятна.

Наиболее информативным текстурным параметром является контраст C , значения которого увеличиваются с 6,37 при наработке 0 ч до 17,12 при наработке 250 ч, что составляет $+168,6 \%$.

Увеличение контраста при деградации моторного масла может быть объяснено, во-первых, накоплением сажи – дисперсные частицы углерода создают локальные области с низкой интенсивностью (темные пятна), окруженные более светлыми областями свежего масла, во-вторых, формированием четких границ между кольцевыми зонами – по мере деградации ядро масляного пятна становится более темным и плотным, что усиливает контраст на границе с диффузионной зоной, в-третьих, появлением металлических частиц износа – оксиды железа, меди и других металлов создают локальные высококонтрастные области.

Корреляция Cor снижается с $41,3 \times 10^{-4}$ при наработке 0 ч до $3,96 \times 10^{-4}$ при наработке 250 ч, что составляет $-90,4 \%$.

Наибольшее относительное изменение корреляции свидетельствует о существенном нарушении пространственной структуры масляного пятна, что может быть объяснено, во-первых, разрушением протяженных областей – свежее масло формирует однородные области с плавными переходами, деградированное масло характеризуется множеством мелких разрозненных структур, во-вторых, появлением резких границ – четкие границы между зонами нарушают линейную зависимость между соседними пикселями, в-третьих, формированием локальных неоднородностей в виде сажевых скоплений и металлических частиц.

Однородность H снижается с 0,43 при наработке 0 ч до 0,30 при наработке 250 ч, что составляет $-30,2 \%$.

Снижение однородности может быть обусловлено нарушением структуры масляного пятна при деградации за счет, во-первых, формирования неоднородной текстуры – накопление продуктов деградации создает области с различной интенсивностью, что снижает однородность, во-вторых, появлением границ между зонами – четкие границы между ядром и диффузионной зоной уменьшают однородность текстуры, в-третьих, изменением реологических свойств самого масла – увеличение вязкости влияет на характер растекания и формирование структуры пятна.

Энтропия Ent увеличивается с 6,09 при наработке 0 ч до 7,39 при наработке 250 ч, что составляет +21,3 %.

Увеличение энтропии отражает усложнение текстуры масляного пятна и может быть обусловлено, во-первых, присутствием множества различных продуктов деградации – сажа, оксиды, продукты полимеризации создают разнообразные структуры, во-вторых, сложностью морфологии зон – формирование четко выраженных зон с различной текстурой увеличивает информационное содержание изображения, в-третьих, стохастический характер процессов деградации масла.

На основании анализа текстурных параметров можно выделить три стадии деградации моторного масла.

Первая стадия (0–33 ч) – интенсивные изменения текстурных характеристик: $\Delta E = -39,2 \%$; $\Delta C = +67,3 \%$; $\Delta H = -14,0 \%$; $\Delta Ent = +12,8 \%$.

На данной стадии происходит активное накопление первичных продуктов деградации: сажей от неполного сгорания топлива, продуктами термического окисления и топливом. Текстура масляного пятна быстро теряет упорядоченность (снижение энергии на 39,2 %) и становится более контрастной.

Вторая стадия (33–88 ч) – замедление изменений текстурных характеристик: $\Delta E = -24,7 \%$; $\Delta C = +9,8 \%$; $\Delta H = -5,4 \%$; $\Delta Ent = +5,4 \%$.

На данной стадии темпы изменений замедляются: формируется устойчивая структура масляного пятна и происходит стабилизация процессов деградации. Система приближается к квазиравновесному состоянию.

Третья стадия (88–250 ч) – умеренные изменения текстурных характеристик: $\Delta E = +1,0 \%$; $\Delta C = +46,3 \%$; $\Delta H = -14,3 \%$; $\Delta Ent = +2,1 \%$.

На данной стадии контраст продолжает расти, что свидетельствует о накоплении локальных неоднородностей. Энтропия и однородность стабилизируются, а энергия практически не изменяется, указывая на выход на режим «насыщения».

На основании проведенных исследований разработан комплексный диагностический показатель D_{GLCM} для интегральной оценки степени деградации моторного масла:

$$D_{GLCM} = 0,4 \times \frac{|C - C_0|}{C_0} + 0,3 \times \frac{|Ent - Ent_0|}{Ent_0} + 0,2 \times \frac{|H - H_0|}{H_0} + 0,1 \times \frac{|E - E_0|}{E_0}, \quad (1)$$

где C , Ent , H , E – текущие значения текстурных параметров; C_0 , Ent_0 , H_0 , E_0 – значения текстурных параметров для свежего масла (0 ч).

В формуле (1) значения весовых коэффициентов текстурных показателей обоснованы следующим образом:

– контраст C (вес 0,4) – наиболее информативный параметр с изменением +168,6 %, напрямую отражает накопление сажи и формирование неоднородной текстуры;

– энтропия Ent (вес 0,3) – отражает сложность текстуры, увеличение на 21,3 % подтверждает усложнение структуры масляного пятна;

– однородность H (вес 0,2) – характеризует изменение структуры масляного пятна, снижение на 30,2 % свидетельствует о нарушении однородности;

– энергия E (вес 0,1) – отражает упорядоченность текстуры, снижение на 53,8 % указывает на хаотичность структуры (наименьший вес вследствие невысокой стабильности измерений).

Значения комплексного диагностического показателя D_{GLCM} для масла Лукойл Авангард 10W-40 с различной наработкой, рассчитанные по формуле (1), представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения комплексного диагностического показателя D_{GLCM} для масла Лукойл Авангард 10W-40 с различной наработкой τ .

τ , ч	0	33	88	135	185	250
D_{GLCM}	0,00	0,37	0,48	0,62	0,67	0,85

На основании полученных данных предложены предварительные диагностические критерии оценки состояния моторного масла Лукойл Авангард 10W-40 по текстурным параметрам (таблица 3).

Таблица 3 – Диагностические критерии оценки состояния моторного масла Лукойл Авангард 10W-40 по текстурным параметрам $GLCM$.

Состояние масла	C	H	Ent	D_{GLCM}	Интерпретация
Отличное	<8	>0,40	<6,2	<0,40	Низкое содержание продуктов деградации
Хорошее	8–12	0,35–0,40	6,2–6,9	0,40–0,55	Допустимое содержание продуктов
Удовлетворительное	12–15	0,32–0,35	6,9–7,3	0,55–0,70	Требуется контроль, возможно продление
Неудовлетворительное	>15	<0,32	>7,3	>0,70	Рекомендуется замена масла

Таким образом, проведенные исследования на основе текстурного анализа хроматограмм *Blotter Spot* с использованием плагина *GLCM Texture* программы *ImageJ* позволили разработать метод экспресс-диагностики моторного масла.

Установлены закономерности изменения текстурных параметров в зависимости от наработки масла.

Выявлена стадийность процесса деградации: первая стадия (0–33 ч) характеризуется интенсивными изменениями текстуры; вторая стадия (33–88 ч) отличается замедлением темпов деградации; третья стадия (88–250 ч) демонстрирует стабилизацию параметров.

Для интегральной оценки степени деградации моторного масла разработан комплексный показатель D_{GLCM} , учитывающий изменения контраста, однородности, энергии и энтропии текстуры масляного пятна.

Практическая значимость разработанного метода заключается в возможности оперативной оценки состояния моторного масла непосредственно в полевых условиях без использования дорогостоящего лабораторного оборудования.

Список источников:

1. Капцевич, В.М. Экспресс-методы контроля свойств моторного масла автотракторных двигателей внутреннего сгорания в условиях организаций агропромышленного комплекса / В.М. Капцевич [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2023. – 120 с.
2. Standard Test Method for Measuring the Merit of Dispersancy of In-Service Engine Oils with Blotter Spot Method: ASTM D7899-19. – ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019. – 7 p.
3. Корнеева, В.К. Методы оценки экспериментальных результатов экспресс-тестирования моторных масел, основанные на использовании программного комплекса *ImageJ*. Часть 1. Колориметрические методы / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич // Агропанорама. – 2024. – № 6. – С. 29-36.
4. Корнеева, В.К. Методы оценки экспериментальных результатов экспресс-тестирования моторных масел, основанные на использовании программного комплекса *ImageJ*. Часть 5. Цифровая обработка хроматограмм моторного масла, полученных методом капельной пробы / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич // Агропанорама. – 2025. – № 6. – С. 29-36.
5. Корнеева, В.К. Методы оценки экспериментальных результатов экспресс-тестирования моторных масел, основанные на использовании программного комплекса *ImageJ*. Часть 6. Альтернативная бесприборная методика оценки свойств моторного масла согласно *ASTM D7899* / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич // Агропанорама. – 2026. – № 1. – С. 28-33.
6. Корнеева, В.К. методы оценки экспериментальных результатов экспресс-тестирования моторных масел, основанные на использовании программного комплекса *ImageJ*. Часть 7. цифровизация балльных шкал MOTORCHECKUP для автоматизированной диагностики состояния моторного масла дизельных двигателей9 / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич // агропанорама. – 2026. – № 2. – с. 19-25.
7. Ferreira, T. ImageJ user guide / Fiji 1.46 / T. Ferreira, W. Rasband. – 2012. – 198 p.
8. Haralick, R.M. Textural features for image classification / R.M. Haralick, K. Shanmugam, I. Dinstein // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 1973. – Vol. SMC-3. – № 6. – P. 610-621.
9. Arab, M. Ultrasound Radio Frequency Time Series for Tissue Typing: Experiments on In-Vivo Breast Samples Using Texture-Optimized Features and Multi-Origin Method of Classification (MOMC) / M. Arab, et al.// J Ultrasound Med. – 2025. – № 44(11). – P. 1957-1973.
10. Yun, C.S. Evaluation of Posture-Dependent Signal Intensity and Contrast Alterations in Low-Field Brain Magnetic Resonance Imaging / C.S. Yun, et al.// Diagnostics (Basel). – 2026. – Apr. 29. – № 16(9). –1333.
11. Ulaganathan, S. Hybrid optimization enabled DenseNet for autism spectrum disorders using MRI image / S. Ulaganathan, et al.// Comput. Biol. Chem. – 2025. – Apr. № 115. – 108335.

© Корнеева В.К., Капцевич В.М., 2026

УМНАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ УМНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ: СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАКТОРОМ

**Юрий Алексеевич Коцарь¹, Олег Викторович Кабанов²,
Валентин Владимирович Васильчиков³**

^{1,2,3}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹yurii.kocar@mail.ru, ²ovkabanov@yahoo.com, ³vasilchikovvv@sgau.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция интеллектуальной системы управления гусеничным трактором с гидростатической трансмиссией (ГСТ), нацеленная на повышение эффективности сельскохозяйственных работ. Описаны ключевые компоненты системы (сенсорный комплекс, управляющая электроника, гидравлика), принципы управления движением (дифференциальный способ, алгоритмы ПИД и MPC), functional режимы (подруливание, автопилотирование) и перспективы интеграции с навесным оборудованием через протокол ISOBUS. Проанализированы экономические и эксплуатационные показатели: точность операций, экономия топлива, производительность, воздействие на почву и окупаемость. Показано, что внедрение системы позволяет перейти от ручного управления к предиктивному и автономному, снижая нагрузку на оператора и минимизируя негативное воздействие на почву.

Ключевые слова: интеллектуальная система управления, гусеничный трактор, гидростатическая трансмиссия (ГСТ), точное земледелие, техническое зрение, автопилотирование.

Для цитирования: Коцарь Ю.А., Кабанов О.В., Васильчиков В.В. Умная техника для умного земледелия: система управления трактором // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 298-307.

Original article
UDC 631.37

SMART TECHNOLOGY FOR SMART FARMING: TRACTOR CONTROL SYSTEM

**Yuri Alekseevich Kotsar¹, Oleg Viktorovich Kabanov²,
Valentin Vladimirovich Vasilchikov³**

^{1,2,3}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹yurii.kocar@mail.ru, ²ovkabanov@yahoo.com, ³vasilchikovvv@sgau.ru

Abstract. The article discusses the concept of an intelligent control system for a tracked tractor with a hydrostatic transmission (HT), aimed at improving the efficiency of agricultural operations. The key components of the system (sensor complex, control electronics, and hydraulics) are described, as well as the principles of motion control (differential method, PID and MPC algorithms), functional modes (steering, autopilot), and the prospects for integration with attachments through the ISOBUS protocol. The article analyzes the economic and operational indicators, including the accuracy of operations, fuel efficiency, productivity, soil impact, and return on investment. It is shown that the implementation of the system allows you to switch from manual control to predictive and autonomous control, reducing the load on the operator and minimizing the negative impact on the soil.

Keywords: intelligent control system, tracked tractor, hydrostatic transmission (GST), precision farming, technical vision, autopiloting.

For citation: Kotsar Yu.A., Kabanov O.V., Vasilchikov V.V. Smart technology for smart farming: tractor control system // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 298-307.

Современное сельскохозяйственное машиностроение находится на этапе фундаментальной трансформации, движимой требованиями к ресурсосбережению, экологической устойчивости и повышению производительности труда. В этом контексте гусеничные тракторы с гидростатической трансмиссией (ГСТ) занимают особое место: они обеспечивают высокое тяговое усилие, равномерное распределение давления на почву и плавность хода, что критически важно при работе на переувлажнённых грунтах и при выполнении высокоточных агротехнических операций. Однако традиционное ручное управление такими машинами не раскрывает их потенциал полностью. Создание интеллектуальной системы управления для гусеничного трактора с ГСТ представляет собой сложную, но вполне реализуемую инженерную задачу, находящуюся на переднем крае современного агроинжиниринга. Предлагаемый проект объединяет последние научные разработки в области точного вождения, предиктивного моделирования и промышленные решения для автопилотирования. Ниже представлен структурированный анализ реализации такой системы, охватывающий аппаратную базу, алгоритмическое ядро, функциональные режимы и перспективы интеграции с навесным оборудованием.

1. Ключевые компоненты системы

Интеллектуальная система управления не может функционировать как изолированный программный модуль. Её эффективность определяется качеством аппаратной платформы, надёжностью сенсорного контура и скоростью реакции исполнительных механизмов.

1.1. Система технического зрения и позиционирования

Основой пространственной ориентации трактора выступает мультисенсорный комплекс, объединяющий спутниковую навигацию, инерциальные измерения и оптические данные. В базовом режиме позиционирования используется многоканальный GNSS-приёмник с поддержкой коррекций RTK (Real-Time Kinematic) или PPP-RTK, обеспечивающий абсолютную точность определения координат на уровне 1,5–2,5 см. Для компенсации кратковременных потерь сигнала (например, при работе в лесополосах, под кроной садов или в условиях сильной запылённости) применяется инерциальный измерительный блок (IMU) высокого класса, содержащий тактические гироскопы и акселерометры. Синхронизация данных GNSS и IMU выполняется через расширенный фильтр Калмана, который сглаживает высокочастотные шумы и восстанавливает траекторию в режиме реального времени.

Дополнительно в систему вводится контур технического зрения на базе стереокамер и твердотельных лидаров. Камеры высокого разрешения с HDR-матрицами отвечают за распознавание границ полей, визуальных меток, остатков растительности и препятствий. Лидар обеспечивает построение трёхмерной карты локального рельефа с частотой 10–20 Гц, что позволяет заранее оценивать профиль пути, выявлять ямы, валки или неровности, способные нарушить кинематику гусеничного движителя. Важным аспектом является алгоритмическая калибровка сенсоров: в полевых условиях пыль, вибрации и перепады температур требуют адаптивной коррекции взаимного положения датчиков. Современные решения используют автоматическую самодиагностику и компенсацию дрейфа на основе эталонных маркеров и карт высот цифровой модели рельефа (ЦМР).

Таблица 1. Сравнительная характеристика сенсоров позиционирования

Тип сенсора	Точность	Диапазон	Время отклика	Условия работы	Стоимость
GNSS без коррекции	м	Глобальный	1 с	Открытая местность	Низкая
DGPS	м	Региональный	1–2 с	Открытая местность	Средняя
RTK	см	Локальный (до 20 км от базы)	0,1 с	Открытая местность, возможны потери сигнала	Высокая
PPP-RTK	см	Глобальный	5–10 мин инициализации	Открытая местность	Очень высокая
IMU	Дрейф	Локальный	< 0,01 с	Любые условия	Средняя
Лидар	см на 10 м	До 50 м	0,05–0,1 с	Пыль, туман, ночь	Высокая

1.2. Управляющая электроника и гидравлика

Вычислительное ядро системы строится на базе промышленного бортового компьютера или высокопроизводительного микроконтроллера класса automotive-grade, поддерживающего работу операционных систем реального времени (RTOS). Архитектура предусматривает распределённое управление: центральный процессор отвечает за планирование траектории и принятие решений, а периферийные модули (PLC или специализированные ECU) обеспечивают низковольтную коммутацию и управление клапанами. Обмен данными между узлами осуществляется по защищённой шине CAN J1939 и ISOBUS, что гарантирует совместимость с существующей телематической инфраструктурой хозяйств.

Гидравлический контур ГСТ является критическим звеном исполнения команд. В интеллектуальной системе традиционные механические рычаги заменяются пропорциональными электрогидрораспределителями с цифровым управлением. Каждый гусеничный движитель приводится в действие собственным гидромотором, питаемым от аксиально-поршневого насоса с электрогидравлическим регулятором угла наклонного диска. Для обеспечения точности позиционирования исполнительных органов в контур интегрируются высокоточные датчики давления, расхода рабочей жидкости и углового положения валов. Задержка срабатывания гидравлики компенсируется алгоритмически: система вносит упреждающие коррекции, учитывая вязкость масла, температуру контура и характеристику золотниковых пар. Функциональная безопасность обеспечивается дублированием каналов управления, аппаратными блокировками при падении давления и соответствием стандартам ISO 25119 (требования к безопасности сельскохозяйственных машин). При отказе основного контроллера система переходит в аварийный режим с плавным снижением скорости и автоматической остановкой.

Таблица 2. Технические характеристики гидравлической системы

Параметр	Значение	Единицы измерения	Примечания
Максимальное давление	40	МПа	Ограничение безопасности
Подача насоса (макс.)	200	л/мин	Регулируемая
Время срабатывания клапана	< 20	мс	Критично для точности
Вязкость масла (оптим.)	30–40	сСт	При 40 °С
Диапазон рабочих температур	-30 до +80	°С	С учётом прогрева

Точность поддержания скорости	$\pm 0,2$	км/ч	При постоянной нагрузке
Максимальный радиус поворота	∞	м	Прямолинейное движение
Минимальный радиус поворота	$B/2$	м	Разворот на месте, B - ширина колеи

2. Принципы управления движением

Гусеничный трактор с ГСТ обладает уникальной кинематикой, отличающей его от колёсных аналогов. Интеллектуальная система должна учитывать специфику взаимодействия гусениц с грунтом, нелинейность гидравлических процессов и динамические ограничения движителя.

2.1. Дифференциальный способ управления

В отличие от поворотных мостов или шарнирно-сочленённых рам, гусеничные машины изменяют направление движения за счёт разности линейных скоростей левой и правой гусениц. Гидростатическая трансмиссия позволяет бесступенчато и независимо регулировать скорость каждого движителя, что делает дифференциальное управление естественным и высокоэффективным методом. При прямолинейном движении насосы подают одинаковый объём жидкости в гидромоторы, обеспечивая синхронную работу. При повороте система изменяет производительность одного или обоих насосов, создавая разность скоростей. Минимальный радиус поворота достигается при встречном вращении гусениц (разворот на месте), однако в реальных полевых условиях такой режим не всегда применим из-за повышенного разрушения почвенного покрова и износа ходовой части.

Интеллектуальная система оптимизирует траекторию поворота, минимизируя буксование и боковое скольжение. Для этого используется модель сцепления гусеницы с грунтом, учитывающая влажность, тип почвы, степень уплотнения и глубину колеи. Датчики проскальзывания (на основе сравнения теоретической и фактической скорости, а также анализа крутящего момента) передают данные в контур управления, который автоматически корректирует соотношение расходов жидкости. На рыхлых или переувлажнённых участках система ограничивает дифференциал, переходя к более плавным траекториям с увеличенным радиусом поворота, что сохраняет структуру почвы и повышает топливную эффективность. Кроме того, алгоритмы учитывают динамику массы: при движении с тяжёлым навесным оборудованием инерционные эффекты требуют более раннего начала поворота и плавного нарастания разности скоростей.

2.2. Алгоритмы управления (Контроллеры)

Основой интеллектуальной системы является многоуровневый алгоритмический комплекс, решающий задачи стабилизации, слежения за траекторией и адаптации к изменяющимся условиям. В базовом контуре регулирования традиционно применяются ПИД-контроллеры, настроенные для

компенсации статических ошибок и обеспечения быстрой реакции на отклонения. Однако из-за нелинейности гидравлики, переменного сцепления и запаздываний в контуре чистый ПИД часто оказывается недостаточным. Поэтому современные системы переходят к предиктивному управлению на основе моделей (Model Predictive Control, MPC). MPC позволяет прогнозировать поведение машины на горизонте 2–5 секунд, учитывать физические ограничения (максимальный расход насоса, допустимый угол рыскания, предел проскальзывания) и оптимизировать управляющие воздействия в реальном времени.

Для оценки состояния машины в условиях зашумлённых измерений применяются наблюдатели состояния: расширенный фильтр Калмана (ЕКФ) или Unscented Kalman Filter (UKF). Они объединяют данные GNSS, IMU, одометрии гусениц и датчиков давления, формируя устойчивую оценку положения, скорости, углов ориентации и коэффициента сцепления. На основе этой оценки верхний уровень контроллера генерирует опорные траектории, которые передаются на нижний уровень регулирования гидравлики. Важным элементом является компенсация нелинейных характеристик золотников и гистерезиса гидравлических контуров через обратную линеаризацию или нейросетевые корректоры, обученные на стендовых данных. Алгоритмы также реализуют адаптивное управление: при обнаружении снижения сцепления система автоматически снижает скорость, увеличивает давление в контуре или меняет стратегию поворота, предотвращая потерю управляемости. Вся вычислительная цепочка выполняется в жёстких временных рамках (цикл управления 10–20 мс), что требует оптимизации кода под многопроцессорную архитектуру и использования аппаратных ускорителей линейной алгебры.

Таблица 3. Режимы работы системы управления

Режим	Уровень автономности	Участие оператора	Точность удержания траектории	Ключевые особенности	Применение
Ручное управление	0	Полное	$\pm 10\text{--}20$ см	Традиционное управление рычагами	Обкатка, аварийные ситуации
Подруливание (Steering Assist)	1	Частичное (скорость, включение агрегатов)	± 2 см (с RTK)	Автоматическая коррекция траектории, тактильная обратная связь	Посев, опрыскивание, работа в условиях плохой видимости
Полуавтономный	2	Наблюдение, вмешательство при необходимости	± 5 см	Автоматическое выполнение манёвров, оператор контролирует безопасность	Работа на сложных участках, разворотные полосы

Режим	Уровень автономности	Участие оператора	Точность удержания траектории	Ключевые особенности	Применение
Автопилотирование	3	Минимальное (задание маршрута, мониторинг)	$\pm 2-3$ см	Полное автономное выполнение операций, обнаружение препятствий, удалённое управление	Обработка больших полей, ночные смены, монотонные операции
Полностью автономный	4	Отсутствует	± 2 см	Работа в составе «роевой» системы, обмен данными с другими машинами	Будущее применение, цифровые двойники полей

3. Функциональные возможности

Интеллектуальная система управления предлагает несколько режимов работы, градуированных по степени автономности и вовлечённости оператора. Каждый режим решает конкретные производственные задачи и настраивается под требования хозяйства.

3.1. Подруливание

Режим подруливания (Steering Assist) является переходным звеном между ручным управлением и полной автономией. Оператор задаёт направление движения или выбирает линию (прямую АВ, кривую контура или ранее сохранённый след), после чего система автоматически поддерживает заданную траекторию, компенсируя боковые отклонения, влияние уклона и неравномерность грунта. Оператор сохраняет контроль над скоростью, включением/выключением агрегатов и общим наблюдением за ситуацией. Взаимодействие строится на принципах совместного управления: рулевое колесо или джойстик оснащаются тактильной обратной связью, которая мягко подсказывает направление коррекции или сопротивляется при попытке отклониться от оптимального пути.

Точность удержания линии в этом режиме достигает ± 2 см при использовании RTK-коррекции. Система автоматически управляет разворотными полосами, рассчитывая оптимальный радиус и момент начала манёвра с учётом габаритов трактора и навесного оборудования. Подруливание существенно снижает когнитивную нагрузку на оператора, исключает «усталость глаз» от постоянного контроля рядков и повышает качество выполнения операций на 15–25% за счёт исключения перекрытий и пропусков. Кроме того, режим позволяет работать в условиях плохой видимости (пыль, туман, ночные смены), опираясь на инструментальные данные вместо визуального контроля.

3.2. Автопилотирование

Полное автопилотирование предполагает работу машины без постоянного присутствия оператора в кабине. Система самостоятельно выполняет запуск двигателя (при соблюдении протоколов безопасности), выбирает маршрут, управляет скоростью, поворотами, разворотами и остановками. Планирование пути осуществляется на основе цифровых карт полей, агрономических заданий и ограничений, заданных диспетчером. Траектории могут быть линейными, спиральными, контурными или адаптивными, формируемыми в реальном времени с учётом препятствий и состояния почвы.

Безопасность в автономном режиме обеспечивается многоуровневой системой обнаружения препятствий: радары миллиметрового диапазона выявляют крупные объекты на расстоянии до 50 м, камеры и лидары классифицируют их тип (человек, животное, техника, столб), ультразвуковые датчики контролируют ближнюю зону. При обнаружении угрозы система инициирует плавное торможение, а при критической близости активирует аварийную остановку с блокировкой гидравлики. Все действия логируются в защищённом журнале, соответствующем требованиям стандарта ISO 18497 по безопасности частично и полностью автономных машин. Удалённый мониторинг осуществляется через телематический шлюз с поддержкой 4G/5G и спутниковой связи, позволяя диспетчеру вмешаться в управление или переназначить задачу. Юридическое и нормативное сопровождение таких систем активно развивается: в ряде стран уже внедрены регламенты допуска агроавтопилотов на публичные дороги и поля.

4. Эволюция: интеграция с орудием

Следующим этапом развития интеллектуальной системы является глубокая интеграция с навесным и прицепным оборудованием через открытые протоколы ISOBUS (ISO 11783). Система управления трактором обменивается данными с контроллерами сеялок, опрыскивателей, культиваторов и уборочных комплексов, синхронизируя положение, скорость и рабочие параметры. Это позволяет реализовывать секционное управление, дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений, а также автоматическую адаптацию глубины обработки в зависимости от рельефа и типа почвы.

Сбор телематических данных с агрегатов формирует единый цифровой след операции: расход топлива, фактическая ширина захвата, производительность, отклонения от задания, состояние узлов. Эти данные загружаются в облачные платформы, где анализируются алгоритмами машинного обучения для оптимизации последующих циклов работы. В перспективе интеллектуальная система станет узлом распределённой сети: тракторы, дроны и стационарные датчики будут обмениваться информацией в режиме реального времени, формируя основу для роевого земледелия и цифровых двойников полей. Внедрение предиктивного обслуживания на основе анализа вибраций гидравлики и температуры трансмиссии позволит перейти от плановых ремонтов к обслуживанию по фактическому состоянию, сокращая простой на 30-40%.

Таблица 4. Экономические и эксплуатационные показатели

Показатель	Ручное управление	Подруливание	Автопилотирование	Улучшение (автопилот vs ручное)
Точность операций	Базовая	+15–25 %	+30–40 %	Снижение перекрытий и пропусков
Экономия топлива	Базовая	+5–10 %	+15–20 %	Оптимизация траектории и скорости
Нагрузка на оператора	Высокая	Средняя	Низкая	Снижение усталости, повышение комфорта
Производительность	Базовая	+10–15 %	+20–30 %	Увеличение времени полезной работы
Воздействие на почву	Высокое	Среднее	Низкое	Минимизация уплотнения, сохранение структуры
Простои на ТО	Плановые	Плановые	Снижение на 30–40 % (предиктивное обслуживание)	Анализ вибраций и температуры
Стоимость внедрения	Низкая	Средняя	Высокая	Окупаемость 2–4 года

Заключение

Создание интеллектуальной системы управления для гусеничного трактора с гидростатической трансмиссией представляет собой комплексную инженерную задачу, требующую синергии точной навигации, быстродействующей электроники, надёжной гидравлики и продвинутых алгоритмов управления. Современный уровень развития сенсоров, вычислительных платформ и открытых протоколов делает реализацию такого проекта не только технически возможной, но и экономически обоснованной. Система обеспечивает переход от реактивного ручного управления к предиктивному и автономному, повышая точность операций, снижая нагрузку на оператора и минимизируя воздействие на почву. Интеграция с навесным оборудованием и телематическими экосистемами открывает путь к полностью цифровому агропроизводству, где каждая операция оптимизируется на основе данных, а машины становятся частью единой интеллектуальной сети.

Список источников:

1. Гуляев В. П., Гаврильева Т. Ф. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2020. - 140 с.

2. Шилов И. Н., Толочко Н. К., Нукушев С. О. и др. Умная сельскохозяйственная техника: учебное пособие. - Астана: Изд-во КазАТУ им. С. Сейфуллина, 2018. - 174 с. ISBN 978-985-519-805-6.
3. Колешко В. М., Гулай А. В., Лученок С. А. Интеллектуальные системы контроля и управления технологией точного земледелия и переработки сельхозпродукции // Торговые и деловые известия белорусских предпринимателей. Приверженность разуму. - 2004. - № 13–14. - С. 23.
4. Колешко В. М., Гулай А. В., Лученок С. А. Нейросетевые технологии - базис создания интеллектуальных систем точного земледелия // Материалы Второго Белорусского Космического Конгресса (25–27 окт. 2005, Минск). - С. 376–380.
5. Колешко В. М., Гулай А. В., Лученок С. А. Интеллектуальные сенсорные системы для технологии точного земледелия // Международная научно практическая конференция «Научно инновационная деятельность и предпринимательство в АПК: проблемы эффективности и управления» (16–18 февр. 2006, Минск): сборник статей. - С. 115–118.
6. Колешко В. М., Гулай А. В., Лученок С. А. Светоцветовой метод эволюционной диагностики почв для технологии точного земледелия // Теоретическая и прикладная механика. – 2006. - Вып. 20. - С. 198–208.
7. Лахмаков, В. С. Гидропривод сельскохозяйственной техники: учебное пособие / В. С. Лахмаков, В. И. Лаптев, Е. В. Плискевич, Д. Г. Зубович. – Минск: БГАТУ, 2015. – 184 с. – ISBN 978-985-519-678-3.

© Коцарь Ю.А., Кабанов О.В., Васильчиков В.В., 2026

ИНТЕРАКТИВНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ УЧЕТА И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ НИОКР В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Александр Яковлевич Якубов¹ Николай Игоревич Ильин²,
Александр Алексеевич Дупак³

^{1,2,3}ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский Московской обл., Россия

¹yakubov@rosinformagrotech.ru, ²ilin@rosinformagrotech.ru,

³dupak@rosinformagrotech.ru

Аннотация. Показано современное состояние и основные направления формирования цифровых информационных ресурсов для учета результатов интеллектуальной деятельности (РИД) в сфере сельского хозяйства. Представлены сведения о формировании открытой отраслевой цифровой среды мониторинга, учета и анализа результатов НИОКР. Рассмотрены направления для повышения коммерциализации РИД.

Ключевые слова: результат интеллектуальной деятельности, изобретение, патент, изобретательская активность, АПК.

Для цитирования: Якубов А.Я., Ильин Н.И., Дупак А.А. Интерактивные базы данных для учета и анализа результатов НИОКР в сфере сельского хозяйства // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026.С. 308-313.

Original article
UDC 004.6:63:001.891(470)

INTERACTIVE DATABASES FOR ACCOUNTING AND ANALYZING R&D RESULTS IN AGRICULTURE

Alexander Yakovlevich Yakubov¹ Nikolai Igorevich Ilyin²,
Alexander Alekseevich Dupak³

^{1,2,3}Federal State Budgetary Scientific Institution "Rosinformagrotech", Pravdinsky Settlement, Moscow Region, Russia

¹yakubov@rosinformagrotech.ru, ²ilin@rosinformagrotech.ru,

³dupak@rosinformagrotech.ru

Abstract. The article shows the current state and main directions of forming digital information resources for accounting the results of intellectual activity (RIA) in the agricultural sector. It presents information about the formation of an open sectoral digital environment for monitoring, accounting, and analyzing the results of R&D. The article discusses the directions for improving the commercialization of RIA.

Keywords: intellectual activity, invention, patent, inventive activity, agribusiness.

For citation: Yakubov A.Ya., Ilin N.I., Dupak A.A. Interactive databases for accounting and analyzing R&D results in agriculture // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 308-313.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 3 августа 2020 г. № 2027-р утвержден план мероприятий для усиления государственного регулирования в сфере защиты прав интеллектуальной собственности. На основе нормативных документов Минсельхозом России принимаются меры по регулированию создания и внедрения в производство результатов НИОКР.

Реализация стратегического планирования в сфере защиты прав интеллектуальной собственности, направленных на достижение высоких показателей федеральных научно-технических программ, связанных с обеспечением развития сельского хозяйства, является актуальной задачей [1].

Разработанные в ФГБНУ «Росинформагротех» базы данных по учету результатов НИОКР, позволяют эффективно анализировать информацию отраслевых РИД, в отличие от государственных систем, в которых нет возможности отбора всех учреждений, подведомственных государственному заказчику [2,3].

Для гармонизации планирования научно-исследовательских программ и коммерциализации результатов НИОКР в Минсельхозе России создана цифровая интерактивная экспертная среда на основе созданных и актуализируемых баз данных:

- база данных «Результаты интеллектуальной деятельности научных и образовательных учреждений Минсельхоза России» (БД РИД);
- база данных «Научно-исследовательские работы научных и образовательных учреждений Минсельхоза России» (БД НИОКР) [4,5].

Для анализа научных исследований в сфере сельского хозяйства была поставлена цель по формированию единой цифровой экспертно-аналитической среды мониторинга, оценки и системного анализа результатов НИОКТР по всему спектру заказчиков и направлениям развития сельского хозяйства.

Цель работы – формирование единой цифровой экспертно-аналитической среды мониторинга, оценки и системного анализа результатов НИОКТР для повышения эффективности координации, планирования и реализации научно-исследовательских программ организаций аграрного профиля.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являются информационные ресурсы единой государственной информационной системы учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (ЕГИСУ НИОКТР), импортируемые в отраслевую базу данных по учету РИД и результатов НИОКР. В процессе исследования использовались такие методы, как информационный анализ и синтез, экспертиза, информационно-аналитический мониторинг.

К основным задачам исследований относятся:

- разработка структурно-функциональной модели коммуникаций, отражающей процессы сбора, обработки и анализа данных о результатах НИОКТР по ключевым отраслям АПК;
- разработка алгоритмов автоматизированного ввода и обработки данных: интеллектуальное извлечение данных из отчётов, патентов, публикаций и реестров;
- создание специализированных алгоритмов поиска и обработки запросов, включая морфологический и семантический анализ, поиск по тезаурусу и контексту.

Создаваемая информационно-аналитическая система учета, решает вопросы мониторинга и многофакторного анализа результатов НИОКТР, полученных научными и образовательными учреждениями, а также коммерческими организациями.

Системой управления базой данных по учету результатов НИОКТР выбрана СУБД PostgreSQL 14.13, которая предлагает значительные улучшения в производительности, масштабируемости и поддержке современных технологий, а именно повышенная производительность за счет оптимизации параллельного выполнения запросов, индексации и агрегации данных. Это особенно важно для работы с большими объемами данных. В результате физического проектирования база данных в СУБД PostgreSQL 14.13 включает все необходимые таблицы, индексы, связи, ограничения и настройки, а также готовые оптимизированные запросы для аналитических и транзакционных операций. Кроме того, настраиваются механизмы резервного копирования, репликации и безопасности. Метаданные представляют собой таблицы, где связываются справочники с выделенными ключевыми сущностями. Такая структура устраняет необходимость в связях "многие ко многим" и промежуточных таблицах, что упрощает создание пользовательских представлений, а это в свою очередь, позволяет более гибко использовать инструменты BI-анализа и более широко использовать источники данных [6].

Для визуализации полученных из базы данных выборок использован отечественный инструмент - BI-система (Яндекс–DataLens), обеспечивающий возможность построения различных чартов с возможностью интерактивного взаимодействия, настройки фильтров и построения срезов различной степени гранулярности. Возможности BI-системы позволяют выбирать схемы графического представления данных и результатов анализа научной деятельности в области сельского хозяйства.

В процессе научных исследований по разработке информационной системы для базы данных НИОКТР были выполнены работы по автоматизированному сбору данных из цифровых ресурсов ЕГИСУ НИОКТР. Для импорта полученных данных в систему PostgreSQL 14.13 был структурирован и систематизирован информационный массив и на внутреннем сервере ФГБНУ «Росинформагротех» развернута СУБД PostgreSQL 14.13. Проведены работы по созданию логической модели данных системы управления базами данных, которые включают в себя выбор технических решений, таких как

структура хранения данных, механизмы индексации, оптимизация производительности и настройка параметров СУБД. В результате проектирования создана структура базы данных НИОКР, которая включает все необходимые таблицы, индексы, связи, ограничения и настройки.

Ключевым элементом структурирования информации выступает классификатор ГРНТИ, в частности раздел 68 «Сельское и лесное хозяйство» и раздел 69 «Рыбное хозяйство. Аквакультура». Визуализация на основе ГРНТИ позволяет реализовать принцип «от общего к частному», обеспечивая наглядность распределения исследований по подотраслям при принятии управленческих решений.

Актуальная информация о научном ландшафте исследований в сфере сельского хозяйства представлена на сайте ФГБНУ «Росинформагротех» в разделе открытые данные «Аналитическая система мониторинга результатов НИОКР в сфере сельского хозяйства» по ссылке - <https://datalens.yandex/hjs04j71baga1>.

Использование экспертно-аналитической информационной системы БД НИОКР дает возможность специалистам АПК определять передовые научные направления по областям науки отрасли; выявлять научные коллективы с авторами - научных исследований; анализировать эффективность расходования средств на исследования с увязкой к конкретным научным результатам и эффектами от их внедрения; определять точки роста по конкретным научным направлениям; производить мониторинг текущего состояния научного развития по исследуемым направлениям, а также проводить оценку результативности учреждений по разработанным показателям эффективности.

Информационные сервисы аналитической системы позволяют получить выборки результатов интеллектуальной деятельности, связанных только с НИР, так как в ЕГИСУ НИОКТР присутствуют карты регистрации и лицензирования РИД (таблица). В картах регистрации Роспатента нет полей с указанием НИР, где получен РИД, что не позволяет использовать сервисы Роспатента для определения научных РИД.

Таблица-Статистика полученных РИД при выполнении НИР с 2020 по 2024 гг.

Вид РИД	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Итого по виду РИД
Изобретение	415	331	581	780	560	2665
Селекционное достижение	137	148	268	399	394	1346
База данных	68	96	286	326	358	1234
Программа для ЭВМ	54	107	281	320	288	1050
Полезная модель	240	187	184	142	136	889
Генетический ресурс	91	34	113	160	227	627
Секрет производства (ноу-хау)	19	4	9	16	26	74
Промышленный образец	2	0	5	5	2	14
Единая технология	5	1	0	0	0	6
Всего	1034	912	1727	2150	1991	7804

Анализ данных показал, что всего за период с 2020 по 2024 гг. получено 7804 научных РИД. Наибольшее количество РИД получено по изобретениям – 2665 (33%), далее идут селекционные достижения и базы данных - 16% (1346 и 1234, соответственно), программы для ЭВМ – 15% (1050), полезные модели – 11% (889), генетический ресурс – 7,5% (627), секрет производства (ноу-хау) – 1% (74) и замыкают перечень – промышленный образец и единая технология – менее 1%. Резкий рост количества РИД выявлен с 2022 года – более чем на 100% и с 2023 по 2025 годы ежегодное количество зарегистрированных РИД составляет около 2 тыс.

Анализ данных по государственным заказчикам показывает, что научные исследования, заказанные Министерством науки и высшего образования РФ (Минобрнауки России), получили 4835 РИД, что составляет 48%, а Министерство сельского хозяйства РФ только 594 РИД – 6%.

Сервисы аналитической системы позволяют провести глубокий анализ от общих данных по количеству РИД с привязкой заказчикам НИР (рисунок), получить выборку по определенному виду РИД, а также по исполнителям НИОКР.

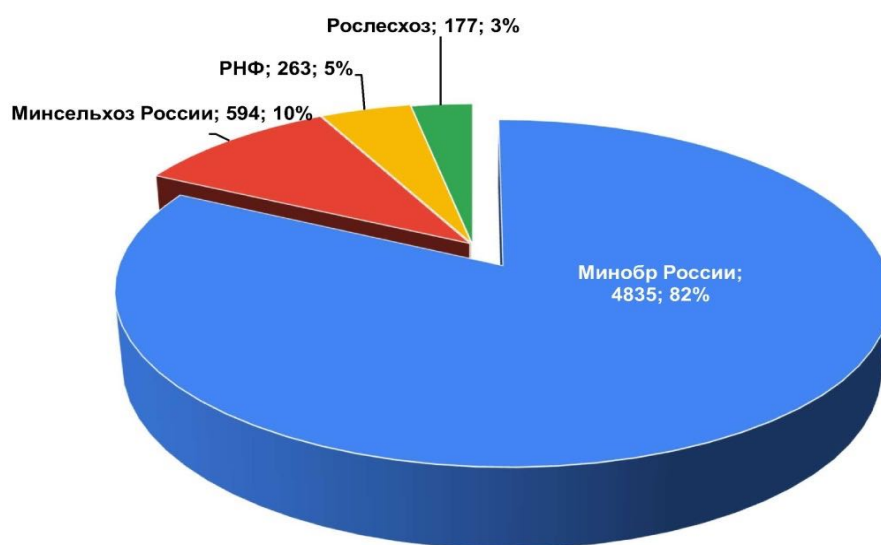


Рисунок - Статистика зарегистрированных РИД по заказанным государственными заказчиками НИР

Анализ результатов исследования показал, что Министерство науки и высшего образования Российской Федерации заказало 1786 НИР, и только в 611 (35%) НИР было получено 3,41 тыс. РИД, которые зарегистрированы в Роспатенте. Около 2,9 тысячи (85%) РИД зарегистрировано научно-исследовательскими учреждениями, и 510 РИД (15%) образовательными учреждениями, что показывает высокий уровень результативности научных учреждений РАН. Иная ситуация наблюдается в Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России) – где из 1534 НИР только 239 (16%) НИОКР завершили 588 РИД, где 415 (70%) это РИД, созданные в научных учреждениях, а 173 (30%) – в образовательных.

Вузы-исполнители НИОКР активно взаимодействуют с предприятиями реального сектора экономики, внедряют и апробируют свои научные достижения. Для коммерциализации РИД активно создаются агробиотехнопарки, которые станут основой для трансфера научных разработок в агропромышленный комплекс. Взаимодействие аграрных вузов с региональными органами власти и индустриальными партнерами ведется через ассоциации, союзы и консорциумы.

В результате исследований впервые создана информационная цифровая среда с возможностью формирования дашбордов по результатам отраслевых НИОКР, позволяющая представить ландшафт научно-практических достижений, полученных в научных и образовательных учреждениях Минсельхоза России и Минобрнауки России. Данная разработка позволит гармонизировать планирование программ НИОКР, определять передовые научные направления по областям науки; выявлять научные коллективы с авторами научных исследований; анализировать эффективность расходования средств; определять точки роста и производить мониторинг текущего состояния результативности учреждений.

Список источников:

1. Указ об утверждении основ государственной политики в сфере стратегического планирования № 633 от 8 ноября 2021 г. // Президент России. URL: <http://kremlin.ru/acts/news/67074> (дата обращения: 13.04.2026).
2. Учет результатов НИОКР в научных и образовательных учреждениях Минсельхоза России / Ю.И. Чавыкин, Л.М. Наумова // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XII Междунар. науч.-практ. конф. "ИнформАгро-2020". - М.: ФГБНУ "Росинформагротех", 2020. - С. 278-283.
3. Создание информационных сервисов для организации учета использования РИД Минсельхоза России / Ю.И. Чавыкин, Л.М. Наумова, А.С. Ерохин // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. "ИнформАгро-2015". - М.: ФГБНУ "Росинформагротех", 2015. - С. 179-181.
4. **Чавыкин Ю.И., Наумова Л.М.** Формирование открытой информационной среды мониторинга результатов НИОКР научных и образовательных учреждений, подведомственных Минсельхозу России // Техника и оборудование для села. - 2024. - № 10 (328). - С. 2-4.
5. **Чавыкин Ю.И., Мишуров Н.П.** Научно-практические аспекты формирования открытой информационной среды мониторинга результатов НИОКР научных и образовательных учреждений, подведомственных Минсельхозу России // Техника и оборудование для села. - 2021. - № 10 (292). - С. 2-7.
6. **Чавыкин Ю.И.** Формирование интерактивной информационной среды мониторинга результатов НИОКР в сфере сельского хозяйства/ Ю. И. Чавыкин // Техника и оборудование для села. - 2026. - № 03 (345). - С. 7-10.

© Якубов А.Я., Ильин Н.И., Дупак А.А., 2026

Научная статья
УДК 614.841

**Данил Дмитриевич Драгунов Д.Д.¹, Александр Васильевич Тютин²,
Ринат Нягимович Бахтиев³, Кирилл Евгеньевич Панкин⁴**

^{1,2,3,4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

¹dragunovdanil16@gmail.com, ²aleksandartiutin@yandex.ru, ³reno201@mail.ru,

⁴texmexium@mail.ru

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТУШЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос об технических и организационных возможностях тушения техногенных и природных пожаров. Подготовка к тушению и тушение техногенных и природных пожаров организационно и технически различаются. Самыми мощными средствами пожаротушения оснащены подразделения государственной противопожарной службы, в то время как подразделения по тушению лесных пожаров оснащены менее разнообразно. Организационных мерах также наблюдаются различия – тушение техногенных пожаров возложено на работников с профильным пожарным образованием, в то время как к тушению лесного пожара допускаются только работники лесного хозяйства с профильным образованием – «Лесное дело». Большие различия наблюдаются в терминологическом аппарате, а также в последовательности действий при тушении природного и техногенного пожаров.

Ключевые слова: техногенный пожар, лесной пожар, тушение техногенных и лесных пожаров, организационные и технические мероприятия

Для цитирования: Драгунов Д.Д., Тютин А.В., Бахтиев Р.Н., Панкин К.Е. Технические и организационные возможности тушения техногенных и природных пожаров: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 314-322.

Original article
UDC 614.841

**Danil Dmitrievich Dragunov¹, Aleksandr Vasilyevich Tyutin²,
Rinat Nyagimovich Bakhtiev³, Kirill Evgenevich Pankin⁴**

TECHNICAL AND ORGANIZATIONAL CAPABILITIES FOR EXTINGUISHING MAN-MADE AND WILD FIRES

Annotation. This article is devoted to the technical and organizational capabilities of extinguishing man-made and natural fires. Preparation for and extinguishing man-made and natural fires differ organizationally and technically. The most powerful firefighting equipment is provided to units of the state fire service, while forest firefighting units are less well equipped. Organizational measures also differ: extinguishing man-made fires is assigned to personnel with specialized firefighting training, while only forestry workers with specialized training in forestry are permitted to extinguish forest fires. Significant differences are observed in the terminology used, as well as in the sequence of actions taken to extinguish natural and man-made fires.

Keywords: man-made fire, forest fire, extinguishing man-made and forest fires, organizational and technical measures

For citation: Dragunov D.D., Tyutin A.V., Bakhtiev R.N., and Pankin K.E. Technical and organizational capabilities for extinguishing man-made and wild fires. Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference. Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 314-322.

Тактика тушения пожара – это совокупность действий пожарных, направленных на прекращение горения, защиту людей и расположенных рядом оборудования, строений, зданий и т.п. [1].

Тушение техногенных пожаров. Действия пожарных, в основном, подчиняются нескольким сценариям, которые называются направлениями, одно из которых для данного пожара является решающим [1]. Варианты решающих направлений представлены на рисунок 1.

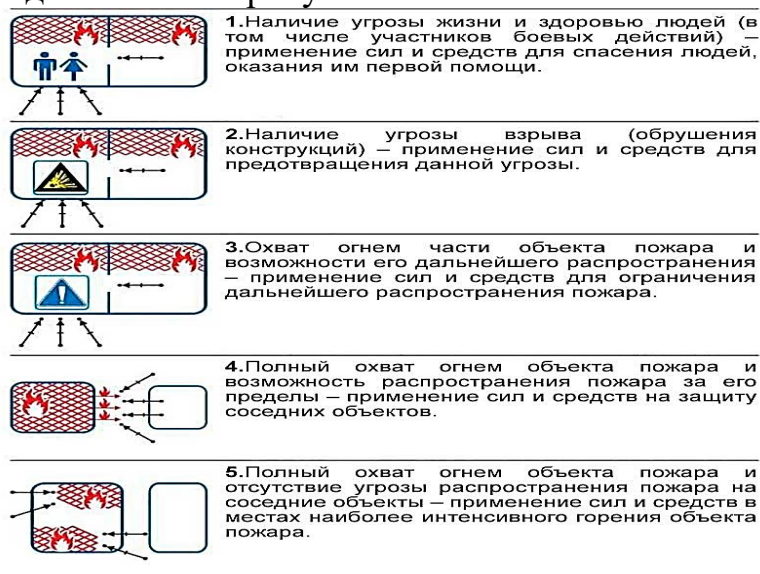


Рисунок 1. Список решающих направлений при тушении пожара

Тушение техногенного пожара чаще всего осуществляют с помощью охлаждения, подавая в зону горения воду, она эффективна в том случае если горят твердые горючие материалы (см. рисунок 2). Если пожар сопровождается горением жидкостей, то для его тушения применяют огнетушащую пену средней кратности (см. рисунок 3), подаваемой в зону горения.



Рисунок 2. Тушение пожара водой.



Рисунок 3. Тушение пожара пеной средней кратности

На действия пожарных оказывают серьезное влияние условия пожара, а также вовлеченность в пожар посторонних лиц. Для организации тушения пожара, подразделения ГПС прибывают к месту тушения и расставляют технику согласно карточке тушения пожара (рисунок 4), устанавливают АЦ на гидранты или пожарные водоемы, проводят разведку пожара, прокладывают рукава и приступают к тушению очага и защите прилегающей территории согласно выбранному для данного объекта решающему направлению.

Последовательность действий, которые предпринимают пожарные представлено в таблице 1.

Таблица 1. Последовательность действия при тушении техногенных и ландшафтных (лесных) пожаров

Тушение техногенного пожара [21]	Тушение лесного (ландшафтного) низового пожара [4, 20]
1. Локализация пожара	1. Тушение кромки пожара
2. Тушение пожара	2. Локализация пожара заградительной минерализованной полосой
3. Дотушивание очагов горения внутри пожара	3. Дотушивание очагов горения внутри пожара
4. Окарауливание пожара	4. Окарауливание пожара

Следует учесть, что к тушению техногенных пожаров допускаются только сотрудники подразделений пожарной охраны (федеральной, муниципальной, ведомственной, добровольной и т.п.), которые имеют для

этого специальную подготовку, соответствующим образом экипированы и оснащены соответствующей техникой и оборудованием.

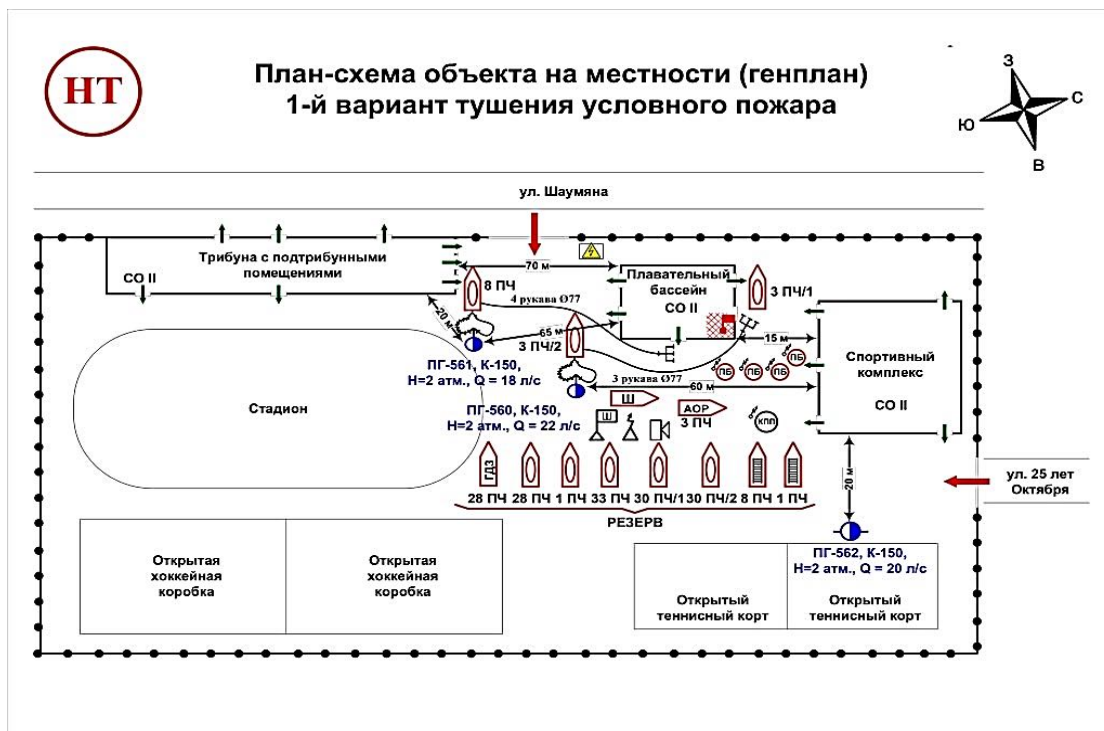


Рисунок 4. Карточка тушения пожара (пример)

Тушение лесных пожаров. Тушение лесного пожара дело трудное и опасное и занимаются им должны работники лесоправляющих и лесозащитных организаций (лесхозов), прошедшие специальную подготовку по правилам использования оборудования для тушения лесных пожаров [2,3], а также правилам безопасности при тушении лесных пожаров. Согласно [4] тушением лесных пожаров обязаны заниматься сотрудники лесхозов, владельцы, арендаторы, в ведении которых находятся участки леса, охваченные лесными пожарами. Интересно отметить, что при нехватке сил и средств тушения лесных пожаров, а также при угрозе пожаров населенным пунктам лесоправляющие организации через муниципалитеты и правительства регионов могут запрашивать помощь от подразделений ГПС, в то время как сами ГПС не могут привлекать к тушению пожаров посторонних лиц.

Тушение лесного пожара наземными средствами предполагается только в случае возникновения и распространения лесного низового пожара [2,3]. В случае возникновения верхового пожара его тушение предполагается только с использованием авиационных средств пожаротушения [5]. Тушение лесного пожара - это сложное организационно-техническое мероприятие, эффективность которого зависит от множества факторов, в первую очередь от грамотного управления силами и средствами тушения пожара и эффективного взаимодействия всех участников тушения. Последовательность действий лесных пожарных представлена в таблице 1. Отсюда видно, принципиальное различие в действиях пожарных. Техногенный пожар сначала локализуют, а только потом тушат, а лесной пожар, наоборот, сначала тушат, а потом локализуют.

Грамотное управление действиями лесных пожарных предполагает согласование действий всех участников тушения пожара для скорейшего тушения пожара. Лесные пожарные чаще всего применяют два способа тушения пожара: (1) с расходом огнетушащих средств и (2) без их расхода. Первый способ предполагает наличие расходуемого огнетушащего средства (состава), к примеру, воды и водных растворов, песка, грунта, огнетушащего порошка [2,3]. Второй способ предполагает применение ручных средств для сбивания пламени – противопожарных хлопушек. Тушение лесных пожаров вручную как при использовании огнетушащих средств, так и без них является очень тяжелым и трудоемким видом деятельности [2,3], который предполагает высокие затраты чел/час на единицу длины кромки лесного низового пожара. В [2,3] представлены средние значения трудоемкости процессов тушения пожара при использовании различных огнетушащих средств. Анализируя представленную информацию, что трудозатраты при тушении низового пожара снижаются при использовании огнетушащих средств, причем примерно в 10 раз. (Кромка тушится водой 300 м/час, а хлопушкой 30 м/час см. [2,3]) Ответом на современные вызовы в области тушения лесных пожаров происходит совершенствование технологий тушения пожар, разработка технических средств ее реализации, огнетушащих составов и методик оценки их параметров и эффективности.

С физико-химической точки зрения потушить лесной пожар означает разорвать цепь передачи открытого пламени с одного участка, покрытого ЛГМ на другой. Выполнить это можно реализуя одно (или несколько) огнетушащих воздействий из четырех возможных [6]: охлаждение, изоляция, разбавление и ингибирование. Известно, что практически никогда не реализуется какое-либо одно огнетушащее действие: тушение водой, водными растворами, пеной, песком, грунтом реализует как минимум два действия – охлаждение и изоляцию. Разбавление при тушении гетерогенного горения (горения твердых ЛГМ в воздухе) не реализуемо в принципе, хотя к нему с натяжкой можно отнести механическую очистку территории от ЛГМ путем срезания бульдозером или перепашка плугом. Остается ингибирование, которое до последнего времени применяется только при тушении техногенных пожаров [6] происходящих в закрытых помещениях, т.к. на открытом воздухе ингибирование имеет низкую эффективность.

Наиболее часто при тушении лесных пожаров в качестве огнетушащего состава применяют воду, водные растворы смачивателей, грунт [2,3]. Вода является наиболее распространенным огнетушащим средством, что легко объясняется ее физико-химическими свойствами: высокой теплоемкостью, высокой температурой кипения, относительной химической инертностью к большинству горючих веществ и продуктов горения и т.п. Вода способна тушить пожары в двух агрегатных состояниях – жидком и в виде пара. Тем не менее, для при тушения горящих ЛГМ вода обладает одним значительным недостатком – высоким поверхностным натяжением, из-за которого она достаточно плохо (и медленно) смачивает ЛГМ, что затрудняет тушение низового пожара и приводит к перерасходу воды при тушении.

Низкая смачиваемость водой ЛГМ приводит к тому, что после тушения кромки лесного низового пожара остаются многочисленные очаги тления (местом реализации беспламенного горения), т.к. рыхлая структура ЛГМ позволяет сохранять в себе достаточное количество воздуха расходуемого на поддержание горения. Такие очаги неизбежно приводит к повторному возникновению возгорания из-за подсушивания верхнего слоя ЛГМ, что нередко наблюдается при тушении лесных низовых пожаров. Для борьбы с очагами тления применяют операции окарауливания и дотушивания с обязательной проливкой кромки лесного пожара для дотушивания очагов тления. Так как определить место очага тления трудно, то в большинстве случаев просто осуществляют дополнительную проливку кромки пожара, что неизбежно приводит к перерасходу воды, увеличению времени тушения, отвлекает силы и средства.

Тушение пожаров предполагает применением разнообразной стационарной и передвижной пожарной техники. Для тушения техногенных пожаров чаще всего применяют пожарные автомобили общего назначения – пожарные автоцистерны (АЦ), с помощью которых, подают на тушение воду, а также пену низкой и средней кратности. Отечественная и зарубежная промышленность выпускает множество АЦ с разными техническими характеристиками. Примеры АЦ представлены на рисках 5-10.

Из представленных данных видно, что АЦ различаются по вместимости главной цистерны, так и экипажа. Согласно современным стандартам кабина для АЦ изготавливается двухрядной для размещения 6-ти человек: командира отделения, водителя, и пожарных 1-4 номеров.



Рисунок 5. АЦ-8-40 на базе КАМАЗ-43118



Рисунок 6. АЦ-8-70 на базе КАМАЗ-65111



Рисунок 7. АЦ-2,5-40 на базе ЗИЛ-131



Рисунок 8. АЦ-40 на базе ЗИЛ-130



Рисунок 9. АЦ-30 на базе ГАЗ-3307



Рисунок 10. АЦ-30 на базе ГАЗ-66

В настоящее время все еще находятся в эксплуатации АЦ оснащенные однорядной кабиной (рис. 8-10) с числом пожарных 2 или 3. Снижение рядности кабины позволяет разместить на грузовом автомобиле большой запас воды в главной автоцистерне. С ростом объема возимой воды инженерам приходится заменять шасси на более тяжелое КАМАЗ, УРАЛ и т.п.

Пожарные автоцистерны строят под разные задачи, поэтому часть из них имеют полноприводные шасси 4x4 и 6x6, другие модели имеют привод не на все колеса 4x2 и 6x4. В городских условиях это не имеет решающего значения, однако, при организации движения по направлениям и дорогам местного значения предпочтение лучше отдавать полноприводному шасси.

Увеличение массы грузового автомобиля закономерно ведет к увеличению его габаритных размеров: длины ширины и высоты. В городских условиях это не имеет принципиального значения, т.к. дороги общего пользования вмещают в себя и средне- и крупнотоннажные грузовики.

При движении в условиях сельской местности, где, проезжая часть строится с серьезными отклонениями от нормативов это может быть проблемой даже для АЦ с полноприводными шасси. Для тушения специальных пожаров применяется специальная техника – специальные пожарные автомобили: порошкового (АП), газового (АГ), пенного (АТП) тушения и т.п. Отдельным классом пожарной техники является лесопожарная техника - лесопожарные автомобили и мобильные пожарные комплексы.

Лесопожарные автомобили. Сегодня наиболее востребованными наземными техническими средствами тушения лесных пожаров являются пожарные автоцистерны (АЦ), а также некоторые виды колесных и гусеничных тракторных пожарных агрегатов: большинство пожаров, происходящих вблизи от названных выше зон, доступны для этого вида технических средств [21-23].

Пожарно-химические станции лесхозов оснащают пожарными АЦ, выполненными на базе автомобилей повышенной проходимости. Высокие ходовые качества, наличие запаса воды и пожарного оборудования, простота обслуживания обуславливают высокую эффективность их применения.

Пожарные АЦ могут быть общего и специального назначения. Машины общего назначения служат основными средствами, которыми вооружаются пожарные части. Они предназначены для доставки к месту пожара личного

состава, воды, пенообразователя, пожарно-технического вооружения и подачи на очаг пожара воды или воздушно-механической пены.

Пожарные автомобили специального назначения предназначены для тушения пожаров в разных специфических условиях. большей частью они работают совместно с пожарными автомобилями общего назначения.

К пожарным автомобилям специального назначения относятся: аэродромные автомобили для тушения крупных пожаров, в том числе и лесных, автомобили связи и освещения, автомобили технической службы, противопожарные вездеходы и др: автомобиль лесопатрульный *АЛП-10(66)-221* (на шасси автомобиля ГАЗ-66-01); пожарная автоцистерна *АЦ-30(66)-146* (на шасси автомобиля ГАЗ-66-01), Лесопатрульная пожарная автоцистерна *АЛП-1,0-30* на шасси автомобиля ГАЗ-3308 (4х4) (см. рисунки 11 и 12).

Рис. 3. ЛЕСОПАТРУЛЬНЫЙ АВТОМОБИЛЬ НА ШАССИ ВЕЗДЕХОДА ГАЗ-3308 "САДКО" (ИЗГОТОВИТЕЛЬ – ФГУ "ВАГШАНСКИЙ ЗАВОД ППСО")



Рисунок 11. Лесопатрульный автомобиль (АЦЛ-1,6-40) на шасси вездехода ГАЗ-3308

Рис. 4. ЛЕСОПОЖАРНЫЙ МОДУЛЬ ЛПМ-2,2-10 НА БАЗЕ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА ЛКТ-81.04 (ИЗГОТОВИТЕЛЬ – ОАО "ПОЖТЕХНИКА")

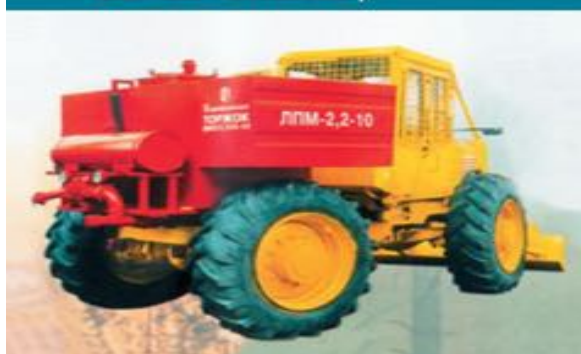


Рисунок 12. Лесопожарный модуль ЛПМ-2,2-10 на базе трелевочного трактора ЛКТ-81.04

По мнению специалистов, обычные городские пожарные АЦ (тем более АЦ объектовые), даже смонтированные на полноприводных шасси, мало приспособлены для тушения лесных пожаров. Нужна принципиально иная идеология создания лесных пожарных АЦ и соответственно иная их концепция.

К числу основных причин распространения лесных пожаров, кроме несвоевременного принятия мер по ликвидации возникших возгораний, следует отнести также крайне неудовлетворительное техническое оснащение профильных формирований пожарной охраны наземными, мобильными средствами, адекватными складывающейся оперативной обстановке.

Обычно для тушения лесных пожаров используется и авиационная, и наземная техника. Критерии, следующие: если площадь пожара более 200 гектаров, то его относят к категории крупных и тушат с привлечением авиации. Если меньше - то используется только наземная техника.

Пока же на вооружении у лесных пожарных стоят пожарные автоцистерны (АЦ), лесопатрульные автомобили, тракторные пожарные агрегаты, тракторные грунтометы и полосопрокладыватели, выпущенные еще в прошлом веке. Причем большинство используемой техники выработало свой ресурс на 70%, к тому же ее количества недостаточно для тушения всех возникающих лесных пожаров.

По состоянию на 2024 г., потребность лесной службы в мобильной пожарной технике (с учетом списания) составляла (данные округленные):

лесопатрульные машины - 2200 шт.;
лесные пожарные автоцистерны - 1100 шт.;
тракторы и агрегаты лесопожарные - 2100 шт.;
вездеходы лесопожарные - 1900 шт.

В лесном хозяйстве используются также аналогичные по конструкции пожарные автоцистерны *АЦ-40(130)-63А* и *АЦ-40(130)-63Б* на шасси автомобиля ЗИЛ-130, специальные лесные модификации автоцистерн *АЛЛ-1,6-30* на шасси ГАЗ-3308, *АЦ-2,5-40(131)-6* на шасси ЗИЛ-131, *АЦ-4,0-40* и *АЦ-5,0-40* на шасси УРАЛ-5557, предназначенные для доставки к месту пожара боевого расчета в количестве 4...7 человек, патрулирования лесных угодий и тушения лесных пожаров водой или воздушно-механической пеной.

Лесные модификации автоцистерн отличаются более высокой проходимостью базовых машин, увеличенным запасом воды (соответственно 1600, 2500, 4000 и 5000 л) и наличием насосов высокого давления.

Для тушения лесных пожаров в местах со слаборазвитой дорожной сетью, а также в таежных районах пожарно-химические станции оснащают специальными тракторными лесопожарными агрегатами *ТЛП-100*, *ТЛП-4*, *АЛП-15(Т-150К)-177А* и пожарными вездеходами.

Тракторный лесопожарный агрегат *ТЛП-100* создан на базе трактора *ЛХТ-100*. Лесопожарный агрегат *АЛП-15(Т-150К)-177А* разработан на базе колесного сельскохозяйственного трактора общего назначения Т-150К.

Мобильные пожарные комплексы. Тушение пожаров в лесах носит сезонный характер. Это значит, что почти 6 месяцев в году техника простаивает. Можно считать, что финансовые ресурсы, выделяемые государством, используются недостаточно рационально. Так, ОАО "Пожтехника" для тушения лесных пожаров предлагает использовать лесопожарный модуль *ЛПМ-2,2-10* на базе трелевочного трактора *ЛКТ-81.04*, который широко используется в лесном хозяйстве страны (рисунок 12). Особенностью этого технического решения является возможность переоборудования трелевочного трактора в лесопожарный агрегат без применения сложного оборудования и больших физических, материальных и временных затрат.

Список литературы:

1. Терещев В.В. Справочник руководителя тушения пожаров. Тактические возможности пожарных подразделений. – М.: «Пожкнига», 2004. – 256 с.
2. Справочник добровольного лесного пожарного. - Режим доступа: <https://aviales.ru/files/documents/2013/02/spravochnik.pdf>
3. Щетинский, Е.А. Спутник руководителя тушения лесных пожаров. М.: Изд-во ВНИИЛМ. 2003. 96 с.
4. Федеральный закон Российской Федерации №200-ФЗ от 04.12.2006 «Лесной кодекс РФ».
5. ФБУ «Авиалесохрана» <https://aviales.ru/>
6. Физико-химические основы развития и тушения пожаров [Текст]: учебное пособие / С.С. Тимофеева, [и др.]. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. - 178 с.

© Драгунов Д.Д., Тютин А.В., Бахтиев Р.Н., Панкин К.Е.

Научная статья
УДК 614.84

**Данил Дмитриевич Драгунов Д.Д.¹, Александр Васильевич Тютин²,
Ринат Нягимович Бахтиев³, Кирилл Евгеньевич Панкин⁴**

^{1,2,3,4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

¹dragunovdanil16@gmail.com, ²aleksandartiutin@yandex.ru, ³reno201@mail.ru,

⁴texmexium@mail.ru

ФОРМУЛИРОВКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО КОЭФФИЦИЕНТА НАДЕЖНОСТИ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ТУШЕНИИ ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос об эффективности применения пожарной техники (пожарных автоцистерн) для тушения техногенных и лесных пожаров. Показано, что привлечение сил и средств государственной противопожарной службы не дает нужного эффекта – увеличения скорости тушения лесного низового пожара. Исходя из этого проведена формулировка требований к оборудованию для тушения лесного низового пожара с присвоением коэффициентов надежности. Далее согласно сформулированной математической модели вычислен комплексный коэффициент надежности применения пожарной техники для тушения лесного низового пожара. Показано, что в значительной степени на надежность тушения лесного пожара в районе степей европейской части РФ влияют габариты пожарной техники и расход воды пожарным насосом.

Ключевые слова: техногенный пожар, лесной пожар, тушение пожаров, организация и техническое обеспечение тушения пожаров.

Для цитирования: Драгунов Д.Д., Тютин А.В., Бахтиев Р.Н., Панкин К.Е. Формулировка и определение комплексного коэффициента надежности пожарной техники при тушении техногенных и природных пожаров: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 323-331.

Original article
UDC 614.84

**Danil Dmitrievich Dragunov¹, Aleksandr Vasilyevich Tyutin²,
Rinat Nyagimovich Bakhtiev³, Kirill Evgenevich Pankin⁴**

^{1,2,3,4}N.I. Vavilov Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering, Saratov, Russia.

¹dragunovdanil16@gmail.com, ²aleksandartiutin@yandex.ru, ³reno201@mail.ru,

⁴texmexium@mail.ru

FORMULATION AND DEFINITION OF A COMPREHENSIVE RELIABILITY COEFFICIENT FOR FIRE-FIGHTING EQUIPMENT FOR EXTINGUISHING MAN-MADE AND NATURAL FIRES

Annotation. This article examines the effectiveness of using firefighting equipment (fire trucks) to extinguish man-made and forest fires. It demonstrates that using the resources of the state fire service does not produce the desired effect of increasing the extinguishing speed of forest ground fires. Based on this, requirements for forest ground fire extinguishing equipment are formulated and reliability coefficients are assigned. Next, using the developed mathematical model, a comprehensive reliability coefficient for the use of firefighting equipment for extinguishing forest ground fires is calculated. It is shown that the size of the firefighting equipment and the water flow rate of the fire pump significantly affect the reliability of forest fire suppression in the steppe region of the European part of the Russian Federation.

Keywords: man-made fire, wild fire, fire extinguishing, organization and technical support of fire extinguishing.

For citation: Lobanov I.A., Tyutin A.V., Bakhtiev R.N., and Pankin K.E. Formulation and definition of a comprehensive reliability coefficient for fire-fighting equipment for extinguishing man-made and natural fires. Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference. Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 323-331.

Тактика тушения пожара – это совокупность действий пожарных, направленная на прекращение горения. Как правило, для тушения пожаров самими пожарными предпринимаются активные действия, а именно осуществляется подача огнетушащих составов в зону горения. Чаще всего это вода и огнетушащая пена средней кратности. Для этого, применяется разнообразное пожарное оборудование, предназначенное для подачи воды из пожарного водоемисточника в зону горения. В случае применения огнетушащей пены, промежуточным этапом является получение пенораствора. Для тушения пожара, подразделения ГПС прибывают к месту тушения пожара, расставляют пожарные автомобили общего и специального назначения, прокладывают рукава и с помощью пожарных стволов подают огнетушащий состав в зону горения до полного его прекращения.

Тушение природного (лесного) пожара имеет ряд особенностей, заключающееся в применении сил и средств. Лесной пожар тушат – работники лесничеств и лесхозов, оснащенные гораздо менее разнообразно, в условиях недостатка доступной для тушения воды [1]. При недостатке сил и средств, законодательно закреплена возможность запросить помощь от муниципальной или федеральной противопожарной службы. Наблюдается парадоксальная ситуация к тушению лесного пожара могут быть привлечены подразделения ГПС, в то время как, к тушению техногенного пожара запрещено привлекать посторонних.

В практической деятельности пожарных встречаются случаи, когда их активные действия не приводят к нужному результату в разумных временных рамках. В таблице 1 представлены результаты измерения скоростей тушения лесных низовых пожаров (ЛНП) относительно теоретической скорости тушения привлеченной группировки сил и средств.

Таблица 1. Данные о лесных пожарах в Саратовской области за 2015-2018 годы, а также реальная и расчетная производительности группировок сил и средств, привлеченных к тушению.

Дата	Тип леса	Вид пожара	Данные протоколов тушения ЛП		Производительность группировки тушения ЛП	
			t _{тлп} , мин	V ^П _{тлп} , м/мин	V ^Р _{тлп} , м/мин	V ^Р _{тлп} /V ^П _{тлп}
Преобладающая порода – сосна обыкновенная (<i>Quercus robur</i> L., 1753)						
29.04.2015(Б)	С(37)	НСЛИ, НСрИ	150	2,35 ^{МЧС}	53,00	24,7
26.08.2015(К)	С(35)	НВ	365	0,97 ^{МЧС}	35,83	36,9
02.07.2015(К)	Д76	НСрИ	150	2,37 ^{МЧС}	28,50	12,0
07.08.2015(К)	Д65-96	НСЛИ	90	3,95 ^{МЧС}	20,67	5,2
09.08.2015(К)	Д40	НСрИ	150	2,37 ^{МЧС}	39,33	16,6
09.08.2015(К)	Д40	НСрИ	280	1,27 ^{МЧС}	39,33	31,0
13.08.2015(К)	Д90	НСрИ	470	0,75 ^{МЧС}	65,50	87,3
Преобладающая порода – дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L., 1753)						
14.08.2015(К)	Д80	НСрИ	150	2,37 ^{МЧС}	31,67	13,4

Примечание: Н – низовой ЛП; НБ – низовой беглый, НВ – низовой, верховой, НСЛИ – низовой слабой интенсивности НСрИ - низовой средней интенсивности, НВыИ - низовой высокой интенсивности; индекс МЧС – означает привлечение к тушению пожаров сил МЧС России.

Во всех случаях к тушению ЛНП были привлечены подразделения государственной противопожарной службы. Отмечено, что реальная скорость тушения ЛНП многократно (от 5 до 35 раз) медленнее, чем возможности группировки [2-4]. Причинами низкой скорости тушения ЛНП чаще всего являются: (1) неправильный выбор огнетушащего средства; (2) недостаточная мощность его подачи в зону горения; (3) недостижимость условий прекращения горения; (4) невозможность распределить огнетушащий состав по всей площади (или объему) горящего материала.

Подразделения ГПС оснащены самыми мощными средствами и пожаротушения - пожарными автоцистернами, - которые чрезвычайно разнообразны по своим размерам и техническим характеристикам [5-7]. Их

конструируют на основе шасси грузовых автомобилей различной грузоподъемности: легких, средних и тяжелых грузовиков. В настоящее время в РФ в эксплуатации находятся АЦ разных поколений, хотя есть тенденции на замену устаревших образцов новыми. В таблицах 2 и 3 представлены параметры АЦ на шасси различных грузовых автомобилей.

Таблица 2. Технические характеристики АЦ на базе различных шасси.

Тип АЦ	АЦ-30	АЦ-6-40	АЦ-8-70	АЦ-3,2-40	ГАЗ-3308
Шасси	ГАЗ-66	УРАЛ-4320	КАМАЗ-65111	КАМАЗ-43253	АЦЛ-1,6-40
Колесная фор-ла	4x4	6x6	6x6	4x2	4x4
Длина	5640	7375	7750	8010	6250
Ширина	2500	2500	2500	2550	2050
Высота	3020	3350	3225	3240	2780
база 1-2	3300	3525	3340	4200	3770
база 2-3	0	1400	1320	0	0
Передний свес	1039	1247	1420	1420	955
Угол въезда передний	42	45	33	33	48
Задний свес	-	1095	1335	2390	1410
Угол въезда задний	-	36	36	26	32
R _{прод}	-	-	-	-	2900

Таблица 3. Технические характеристики АЦ на базе различных шасси

Тип АЦ	АЦ-40	АЦ-40	АЦ-2,5-40	АЦ-40	АЦ-2,0-40
Шасси	ГАЗ-53	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	ЗИЛ-157	ЗИЛ-5301
Колесная фор-ла	4x2	4x2	6x6	6x6	4x2
Длина	6550	6675	7040	6923	6195
Ширина	2380	2500	2500	2315	3265
Высота	2550	2600	2970	2360	2663
база 1-2	3770	3800	3350	3665	3650
база 2-3	-	-	1250	1120	-
Передний свес	955	1075	1207	1328	840
Угол въезда передний	38	38	45	35	25
Задний свес	1410	1800	1278	1101	1705
Угол въезда задний	25	27	40	43	12
R _{прод}	-	-	-	-	-

Анализ информации, представленной в табл. 2 и 3 позволил выявить следующее. Все шасси для АЦ имеют одинаковую ширину, размер которой диктуется размерами полос на дорогах общего пользования. Остальные параметры, длина, высота, колесная формула и база в той или иной степени различаются.

С технической точки зрения, для выявления низкой эффективности тушения ЛНП с привлечением подразделений ГПС техники, используемой ими, были присвоены соответствующие коэффициенты надежности пожаротушения. В табл. 5-8 представлены значения следующих коэффициентов.

Таблица 5. Значение коэффициента надежности движения АЦ в зависимости от типа шасси

Колесная формула	Значение коэффициента надежности движения АЦ (K_d)
6x6	1
4x4	1
6x4	0,5
4x2	0,5

При движении по дорогам местного значения, а также по дорогам и направлениям в лесных массивах предпочтительным является выбор полноприводного шасси. Известно, что колесная техника движется благодаря трению качения – силе трения, возникающей в пятне контакта между покрышкой и дорогой. Если конструктивно в трансмиссии автомобиля реализован привод не на все оси, например, колесная формула 4x2 и 6x4, то такой автомобиль движется только за счет силы трения развиваемой двумя (четырьмя) колесами и при диагональных вывешиваниях теряет возможность к собственному движению. Кроме этого, если ведущие (на которые передается крутящий момент от силового агрегата) колеса попадают на поверхность с низким коэффициентом сцепления, автомобиль также теряет способность к самостоятельному движению (рисунки 1 и 2).



Рисунок 1. При попытке забрать воду из водоема АЦ потеряла способность к движению



Рисунок 2. Потеря подвижности АЦ при движении по населенному пункту

В этом отношении предпочтительны шасси с полноприводными трансмиссиями (колесная формула 4x4 и 6x6). Таким образом, вероятность доехать до места тушения лесного пожара у полноприводных шасси выше, чем

у моноприводных. Поэтому последним присвоено значение коэффициента 0,5, а первым – 1.

Пожарная автоцистерна способна тушить ЛНП подавая в зону горения воду. Как правило, лесные пожары наиболее часто возникают в теплое засушливое время года, когда наблюдается недостаток воды в естественных водоемах. В таблице 6 представлены значения коэффициентов надежности АЦ по запасу воды.

Таблица 6. Значение коэффициента надежности запаса воды АЦ

Тип АЦ	Значение коэффициента надежности АЦ по запасу воды (K_v)
АЦ-9	9
АЦ-8	8
АЦ-6	6
АЦ-3,2	3,2
АЦ-1,6	1,6

Из таблицы видно, что чем больше запас воды АЦ сможет доставить к месту тушения пожара, тем выше вероятность гарантированного прекращения горения.

В зону горения воду из главной цистерны подает пожарный насос (ПН). Тушение техногенных пожаров, характеризующихся высокой пожарной нагрузкой, вынуждает конструкторов комплектовать АЦ мощными насосами с расходом >40 л/с. В связи с этим значения коэффициентов надежности АЦ по ПН представлены в таблице 7.

Таблица 7. Значение коэффициента надежности применения пожарного насоса АЦ

Тип пожарного насоса	Значение коэффициента надежности применения пожарного насоса АЦ ($K_{пн}$)
ПН-70	70
ПН-40	40
ПН-30	30
УПВД	0,17

При тушении лесного пожара большой расход ПН играет скорее отрицательную роль. Это связано с гораздо более низкими значениями пожарной нагрузки в лесных массивах. Прекращение горения контролируется пожарными визуально и часто наблюдается перерасход воды при тушении пожара, т.к. поток 40 л/с трудно контролировать.

Успех тушения лесного пожара зависит от того, смогут ли вообще и как быстро пожарные добраться к месту тушения пожара. В лесной местности много препятствий: дороги построены с серьезными отклонениями от норм дорожного

строительства, поваленные деревья на проезжей части, низко весящие крупные ветви деревьев, промоины и т.п. Примеры таких препятствий представлены на рисунок 3.



Рис. 3. Движение АЦ по лесным породам сопровождается преодолением множества препятствий

Значения надежности АЦ по габаритам представлено в табл. 8.

Таблица 8. Значение коэффициента надежности применения АЦ по ее габаритам

Тип АЦ	Значение коэффициента надежности АЦ по габаритам (K_r)
АЦ-9	3,5
АЦ-8	3,5
АЦ-6	3,3
АЦ-3,2	2,4

В качестве коэффициента выбрана полная высота АЦ, которая в наибольшей степени будет затруднять движение АЦ в ограниченном пространстве лесохозяйственных и пожарных дорог, состояние которых не соответствует требованиям для движения такого транспорта. Понятно, что чем меньшую высоту имеет АЦ, тем легче ей будет перемещаться в ограниченном пространстве.

Для вычисления комплексного коэффициента надежности АЦ для тушения пожара сформулировано следующее уравнение:

$$K_n = (K_d \cdot K_{cy}) / (K_{nn} \cdot K_c), \quad (1)$$

где K_d - коэффициент надежности движения, численно зависящий от типа шасси способного преодолевать дорожные препятствия, встречающиеся на дорогах местного значения и лесных массивах, шасси бывают полноприводные и неполноприводные, в этом случае первые предпочтительнее; K_c – коэффициент надежности главной цистерны, описывающий какой запас воды АЦ способна

доставить к месту пожара; K_{nn} – коэффициент надежности пожарного насоса, в задачу которого заложена доставка воды в зону горения; K_z – коэффициент надежности АЦ по габаритам, т.е. способность АЦ перемещаться в ограниченном пространстве лесохозяйственных и пожарных дорог.

На основании коэффициентов, представленных в таблице, был вычислен коэффициент надежности применения АЦ для тушения лесных пожаров (см. таблицу 9).

Таблица 9. Значение комплексного коэффициента надежности АЦ для тушения лесных

Тип АЦ	Шасси	K_n
АЦ-2,5-40	ЗИЛ-131	0,019531
АЦ-30	ГАЗ-66	0,022222
АЦ-1,6-40	ГАЗ-3308	0,017308
АЦ-40	ЗИЛ-130	0,016
АЦ-6-40	Урал 4220	0,045455
АЦ-8-70	Камаз-42111	0,057143
АЦ-9-40	КАМАЗ-5350	0,064286
АЦ-0,9-1,67	УАЗ-2208	0,317013

Из результатов видно, что наиболее пригодны для тушения лесных пожаров малогабаритные транспортные средства с малым расходом пожарного насоса. Видно, что АЦ-0,9-1,67 созданный на базе УАЗ-2208 с запасом возимой воды ($0,9 \text{ м}^3$) имеет коэффициент надежности выполнения тушения пожара 5-20 раз выше, чем аналогичный параметр для других типов АЦ применяемых в тушении пожаров. Лесничества и лесхозы, оснащаемые лесопожарными автомобилями типа АЦ-1,6-40 на базе полноприводного автомобиля ГАЗ-3308 с колесной формулой 4x4 проигрывает ему практически в 18 раз. Причиной этому является наличие у АЦ-1,6-40 малого запаса воды $1,6 \text{ м}^3$ и мощного пожарного насоса ПН-40.

В связи с этим можно заключить, что применение АЦ в совокупности с другим оборудованием и техникой [8] при тушении ЛНП в Саратовской области целесообразно только на последних этапах тушения и только с учетом доставки воды к месту тушения пожара, иным видом транспорта чем АЦ. В этом случае АЦ работает как передвижная насосная станция, применяемая для тушения пожара.

Список литературы:

1. Федеральный закон №200-ФЗ "Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 N (ред. от 29.12.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2026)
2. Ивченко О.А., Тютин А.В., Козаченко М.А., Меньшенина Д.В., Панкин К.Е. Эффективность применения сил и средств при тушении лесных низовых пожаров в Саратовской области // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2022. № 3 (68). С. 98-104.
3. Справочник добровольного лесного пожарного. - Режим доступа: <https://aviales.ru/files/documents/2013/02/spravochnik.pdf>

4. Щетинский, Е.А. Спутник руководителя тушения лесных пожаров. М.: Изд-во ВНИИЛМ. 2003. 96 с.
5. Терехнев В.В. Справочник руководителя тушения пожаров. Тактические возможности пожарных подразделений. – М.: «Пожкнига», 2004. – 256 с.
6. Терехнев В.В. Пожарная техника [Текст]. «Пожкнига», 2006. – 336 с.
7. Терехнев В.В., Ульянов Н.И., Грачев В.А. Пожарно-техническое вооружение. Устройство и применение, М.: «Пожкнига», 2008. – 275 с.
8. Гусев В.Г., Ирицын В.А. Типовые технологии тушения низовых лесных пожаров в зоне наземной охраны лесов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии имени С.М. Кирова, 2011, №195, С.59-66.

© Драгунов Д.Д., Тютин А.В., Бахтиев Р.Н., Панкин К.Е.

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГО-ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СОЗДАНИЮ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УХОДА ЗА МЯГКОЛИСТВЕННЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ

Владимир Иванович Желдак¹, Эльвира Валерьевна Дорощенко²

^{1,2}Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства»,
г. Пушкино, Россия

¹lesvig@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы формирования принципиальных эколого-лесоводственных установок к технологической системе ухода за насаждениями мягколиственных пород, при реализации которой обеспечивается их эффективное освоение и пользование лесными ресурсами для промышленной переработки древесины.

Ключевые слова: мягколиственные насаждения, природные процессы, природоподобные технологии, целевые сортименты.

Для цитирования: Желдак В.И., Дорощенко Э.В. Разработка эколого-лесоводственных требований к созданию эффективных технологий ухода за мягколиственными насаждениями // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 332-343.

Original article
UDC 630*2

FORESTRY OPPORTUNITIES FOR TARGETED UTILIZATION OF THE NATURAL POTENTIAL OF SPECIES SUCCESSION

Vladimir Ivanovich Zheldak¹, Elvira Valerievna Doroshchenkova²

^{1,2}Federal Budgetary Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization", Pushkino, Russia

¹lesvig@yandex.ru

Abstract. This article examines the development of fundamental ecological and forestry guidelines for a technological healthcare system using softwood deciduous trees. Their implementation ensures their effective development and the use of forest technologies for industrial wood processing.

Keywords: softwood forests, natural processes, nature-like technologies, target varieties.

For citation: Zheldak V.I., Doroshchenkova E.V. Forestry opportunities for targeted utilization of the natural potential of species succession // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 334-343.

Введение. Площадь насаждений мягколиственных пород согласно данным государственного лесного реестра в лесном фонде Российской Федерации составляет 22,3% от общей. Максимально мягколиственные насаждения представлены в Центральном (57,2%) и Приволжском (50,9%) федеральных округах, расположенных преимущественно в зоне хвойно-широколиственных лесов, южно-таежной и лесостепной зонах европейской части РФ. Древостои этих пород занимают преобладающее положение в лесном фонде округов, что более чем вдвое превышает средний показатель по стране.

В Центральном федеральном округе они представлены в основном березняками (68,2%), значительно меньше - осинниками (19,6%) и около 12% - древостоями других пород, причем преимущественно средневозрастными, спелыми и перестойными (занимающими соответственно 4,0 млн га - 33% от площади мелколиственных лесов, 4,2 млн га - 35%), в которых возможна практически неограниченная заготовка древесины (при рубках спелых и перестойных насаждений и рубках ухода) для удовлетворения промышленности по переработке древесного сырья, в т.ч. для ЦБК (производства целлюлозы, бумаги) и ФМК (фанеры, мебели), а также различных строительных материалов и развивающейся биоэнергетики.

Анализ данных показывает заметное различие между допустимым объемом заготовки древесины хвойных и мягколиственных пород и ее фактическим использованием в Российской Федерации. При общей расчетной лесосеке 728,9 млн м³ (из которой на мягколиственное хозяйство приходится 322,2 млн м³, или 44,2%) фактический объем заготовки по всем породам составил 195,0 млн м³, то есть 26,8% от возможного. При этом также хвойные осваиваются интенсивнее (29,0% от расчетного объема, фактически 115,6 млн м³), тогда как мягколиственные используются на 23,9% (77,0 млн м³). Минимальное освоение расчетной лесосеки - по осине (фактически заготовлено 19,0 млн м³ при расчетном объеме 90,2 млн м³, то есть 21,0%).

При фактическом избытке ресурсов древесины, в т.ч. периодическом изобилии сырья на рынке в связи с проблемами сбыта за рубежом, потребности промышленности по переработке древесины, в т.ч. мягколиственных пород, испытывают нестабильность в развитии, увеличении производства и спроса продуктов из древесины внутри страны [1-5]. Фактическое изобилие мягколиственных насаждений и неограниченные возможности их использования, в т.ч. при неполном освоении расчетной лесосеки спелых и перестойных древостоев, не компенсируют стабильное обеспечение фанерно-мебельных, целлюлозно-бумажных комбинатов (ФМК, ЦБК) целевыми сортаментами [6,7]. Вероятно, это связано с невысоким выходом целевых сортиментов, особенно таких ценных, как фанерный кряж, в естественно

формирующихся древостоях и, следовательно, с большими затратами при «сборе» их на большой территории и к тому же необходимостью, согласно нормативным правовым документам заготавливать всю древесину при сплошных рубках, проводимых преимущественно в таких древостоях, а также создавать на вырубках лесные культуры ценных хвойных пород. Специализированным промышленным предприятиям и их подразделениям, работающим в сырьевых зонах тех же ФМК и ЦБК, обеспечивающим эти предприятия целевыми сортиментами, такая система ведения лесного хозяйства на больших площадях экономически недоступна, тем более что восстановление насаждений хвойных пород (в зонах экономически доступной заготовки и вывозки древесины для фанерного производства) в соответствии с требованиями нормативных документов, на месте вырубаемых производных древостоев мягколиственных пород, будет вести к сокращению целевых для промышленности древостоев березы. К тому же сбыт древесины других пород в массе сравнительно низкого качества в таких естественно сформировавшихся насаждениях в больших объемах может быть крайне ограничен.

Одно из основных направлений решения вопроса известно - оно сводится к выращиванию специальных древостоев, по существу плантационного типа [8, 9], что может допускаться в ограниченных масштабах с учетом экологических требований, тем более в лесах вокруг населенных пунктов (поселков), где и расположены такие предприятия. Следовательно, не исключая этого направления ведения лесного хозяйства для обеспечения сырьем деревоперерабатывающей промышленности, вероятно, необходимо комплексное решение проблемы путем сочетания различных типов лесовыращивания с учетом целевого назначения лесов и закономерных природных процессов динамики лесных насаждений, включая смену пород и поддержание постоянного выполнения лесами целевых экологических функций.

В связи с этим в работе определена первоочередная **цель** решения проблемы – с учетом оценки существующего состояния ведения лесного хозяйства в мягколиственных насаждениях и имеющихся научных разработок в этой области *разработать комплекс эколого-лесоводственных требований* к системе мероприятий, осуществляемых в мягколиственных насаждениях (при их выращивании), реализуемых в единой многовариантной технологии полноциклового и восстановительного ухода за лесом, обеспечивающей выращивание мягколиственных насаждений эколого-ресурсного назначения, сбалансированное и эффективное пользование лесными ресурсами путем заготовки целевых сортиментов для деревоперерабатывающей промышленности.

Для достижения этой цели решены следующие задачи:

- дана принципиальная оценка экологического и ресурсного потенциала мягколиственных насаждений и проблемы его реализации на практике;
- уточнены возможности и перспективы использования потенциала мягколиственных насаждений в современных условиях социально-экономического развития;

- определены основные недостатки существующей системы ведения лесного хозяйства в мягколиственных насаждениях;

- установлены эколого-лесоводственные требования к лесоводственным системам и технологиям содержания мягколиственных насаждений, обеспечивающим удовлетворение потребности перерабатывающей промышленности в целевых сортаментах.

1. Принципиальная оценка экологического и ресурсного потенциала мягколиственных насаждений и проблемы его реализации на практике

Исторически сложившаяся невысокая ценность и оценка мягколиственных насаждений базируется практически исключительно на оценке древесины, которую можно было заготавливать в основном при рубках главного пользования спелых, перестойных древостоев и использовать традиционно в строительстве, лесопилении без глубокой переработки, в сравнении с древесиной, получаемой при рубках в древостоях хвойных пород - не только сплошных, но и выборочных рубках смены поколений леса, а также рубках ухода. Значительное распространение хвойных лесов, особенно в таежной зоне, а в южных районах зоны хвойно-широколиственных лесов и лесостепной зоны - при уменьшении доли хвойных - относительное распространение насаждений твердолиственных пород с более ценной древесиной, чем мягколиственных, сохраняло возможность при всех экономических и транспортных ограничениях удовлетворять потребности промышленности и хозяйства в технически ценной древесине этих коренных лесообразующих пород, не осваивая многие участки мягколиственных насаждений, оставляя к тому же их без ухода для улучшения качества и ценности. Снижение доли хвойных и твердолиственных пород и увеличение мягколиственных при сохраняющихся на протяжении уже не одного столетия условиях и возможности заготавливать древесину хвойных пород, а также имеющиеся успехи в развитии технологий по глубокой переработке древесины всех пород принципиально не обеспечивают позитивные изменения в области лесного хозяйства и лесопользования, существенного увеличения использования запасов спелых, перестойных древостоев мягколиственных пород (доля спелых и перестойных древостоев этих пород составляет 39,6% от общей площади мягколиственных насаждений).

В частности, появившиеся в последние десятилетия технологии по переработке практически любой по качеству древесины разных пород, в т.ч. мягколиственных, в продукты биоэнергетики, а также увеличивающееся производство плит с использованием современных технологий не изменяют существенно потребность в заготовке древесины мягколиственных пород и повышения уровня освоения насаждений этих пород в целях промышленного использования древесных ресурсов.

Известные успехи в целевом выращивании мягколиственных насаждений для получения (максимального выхода) сырья – целевых сортиментов – балансов, фанерного кряжа, обеспечения промышленных целлюлозно-бумажных, фанерных комбинатов - также не повлияли существенно на стабильное удовлетворение потребностей этих производств в сырье и переход к

развитию интенсивного выращивания быстрорастущих мягколиственных насаждений, в т.ч. плантационного типа (т.н. лесных плантаций).

Еще больше, вероятно, недооценен потенциал экологического пользования лесами с преобладанием мягколиственных пород, несмотря на то, что уже традиционно существует целое направление выращивания целевых, преимущественно березовых древостоев в лесопарковых зонах, зеленых зонах и поясах вокруг населенных пунктов, выполняющих незаменимые санитарно-оздоровительные, рекреационные и другие экологические функции при своевременном формировании и поддержании комплексными лесоводственными мероприятиями и технологиями рубок ухода - известных ландшафтных рубок, в т.ч. в березняках, востребованность в применении которых только возрастает [10].

Ценный природный «подарок» представляет, по существу, естественное образование мягколиственных насаждений на неиспользуемых по целевому назначению участках сельскохозяйственных и других категорий земель (низкоплодородных и по другим причинам), которые можно использовать (без первичных затрат на лесоразведение) для выращивания ценных насаждений как приоритетно экологического, рекреационного, так и ресурсного назначения, в т.ч. плантационного типа для обеспечения деревообрабатывающей промышленности целевыми сортами.

Такие участки быстрорастущих мягколиственных насаждений вполне пригодны и для реализации «карбоновых проектов», направленных на решение задач смягчения изменения климата и его последствий за счет интенсивного прироста древесины и связывания углерода [11, 12].

2. Возможности и перспективы использования потенциала мягколиственных насаждений в современных условиях

В текущий исторический период (90-е гг. XX в.- первые десятилетия XXI в.) в стране и в мире в целом на политическом уровне (в т.ч. природоохранной, лесной политике) произошла существенная переоценка экологической значимости лесов в сравнении с ресурсной, смена их приоритетов, хотя реализация этой политики на практике идет очень сложно, в частности, с сохранением тех же исторических процессов вырубki тропических лесов [13]. В нашей стране это проявляется в менее острой форме, фактически сохраняется традиционная система ведения лесного хозяйства и осуществления рубок спелых и перестойных насаждений и даже рубок ухода для заготовки древесины, в то время как появляются возможности реализации и других перспективных направлений потенциала тех же мягколиственных насаждений.

В частности, в современных условиях изменения климата и возрастающей актуальности решения проблемы смягчения его отрицательных последствий, в т.ч. за счет увеличения депонирования углерода лесами, выращивание быстрорастущих древостоев мягколиственных пород может быть одним из направлений ведения лесного хозяйства на т.н. «карбоновых полигонах» и при реализации «карбоновых проектов», тем более часто практически без затрат при обильном их возобновлении после рубок, нередко и на гарях при наличии источников их обсеменения на расстоянии сотен (200-250) метров от их границ,

а также и на участках с погибшими хвойными в результате распространения патологии в соответствующих лесотипологических условиях (при распространении корневой губки в сосняках, поражении ельников короедом-типографом и др.).

Существовавшая практически всегда в истории лесоводства проблема предотвращения или преодоления нежелательной смены коренных хвойных пород мягколиственными получает новое значение, в т.ч. в связи с последствиями изменения климата и прогнозируемым снижением устойчивости темнохвойных, в первую очередь ели в южных районах европейской части России (зоне хвойно-широколиственных лесов), что усиливает риски проявления процессов необратимой замены этих насаждений (ельников) березняками и/или древостоями других мягколиственных пород. В связи с этим, вероятно потребуются новые подходы и к доступному в условиях изменения климата сдерживанию, относительному замедлению процессов полной утраты еловых насаждений, возможному содействию адаптации их к меняющимся условиям, в т.ч. и за счет совершенствования технологий совместного выращивания ели с мягколиственными и в то же время максимального использования интенсивного прироста этих пород для депонирования углерода путем активного регулирования целевого породного состава насаждений и количества сохраняемых при рубках ухода лучших деревьев различных пород на каждом этапе выращивания [14].

При этом, по данным многих литературных источников, в результате закономерной природной динамики большей части или до половины мягколиственных насаждений к возрасту спелости обеспечены естественным возобновлением хвойных под пологом, потенциал которого целесообразно сохранить при смене древостоев мягколиственных пород и использовать с минимальными затратами в качестве основы для формирования последующего поколения целевых древостоев [15], с преобладанием хвойных или их участием, адаптированных или адаптируемых в процессе формирования к меняющимся природным (климатическим) условиям, в т.ч. для компенсации смены хвойных мягколиственными, поддержания целевого баланса породного состава лесов и с учетом социальной потребности сохранения ценных хвойных пород в полосах лесов вдоль границ смещающихся лесорастительных зон и ареалов распространения лесообразующих пород. Следовательно, в рамках закономерной природной динамики лесных насаждений, смены пород и прогнозируемых тенденций изменения климата, лесорастительных условий относительно сохраняются и возникают новые варианты естественных процессов, которые могут быть использованы в качестве социально-целевых прототипов для разработки природоподобных технологий системного ухода за перспективными (адаптированными) насаждениями мягколиственных пород и смешанного породного состава.

Практически достижение тех же или сходных целей может быть обеспечено при разработке и применении в конкретных условиях эффективных вариантов единых технологий лесоводственного ухода за мягколиственными насаждениями с введением под их полог хвойных пород в соответствующих им

лесотипологических условиях и преобразованием насаждений в сложные лиственно-хвойные с последующим их выращиванием в определенном приоритетно-целевом режиме и переформированием на конкретном этапе общего комплексного цикла лесовоспроизводства в целевые хвойно-лиственные с доращиванием их в установленном режиме до очередной смены поколений леса.

3. Основные недостатки существующей системы ведения лесного хозяйства в мягколиственных насаждениях

Вероятно, комплексным ключевым фактором неудовлетворительного хозяйственного обращения с мягколиственными насаждениями является в принципе исторически сложившийся тип лесопользования, ориентированный на заготовку целевой хвойной древесины при фактическом ее избытке, несмотря на сложности «добычи» в определенных условиях и рассредоточенность по территории. Это закрепилось в определенной мере и в стратегиях, законодательных и нормативных правовых документах и сохранилось в современный период. Оно обусловлено, в частности, и реализацией на практике принципиальной законодательной установки в эксплуатационных лесах, направленной на заготовку качественной древесины¹, а фактически (опосредованно) и в защитных лесах, поскольку они также передаются в пользование для заготовки древесины, в т.ч. с применением рубок смены спелых, перестойных насаждений для заготовки древесины, а не со сменой приоритетов для воспроизводства лесов и пользования лесными ресурсами, заготовки древесины.

Основные недостатки существующей системы ведения лесного хозяйства в мягколиственных насаждениях, оказывающие отрицательное влияние на их состояние, качество и пользование лесными ресурсами, связаны, по существу, с неиспользованием почти всех перечисленных возможностей (в современный период) создания и широкого применения лесоводственных систем мероприятий и технологий ухода за лесом, базирующихся на закономерных природных процессах динамики лесных насаждений мягколиственных пород (в частности, сменяющих хвойные и сменяемых этими коренными породами), адекватно отражающих их в своих узловых критических компонентах и обеспечивающих выращивание целевых насаждений, выполняющих приоритетные экологические функции (независимо от назначения лесов) и востребуемые по своим характеристикам для ресурсного пользования заготовки целевых сортиментов (фанерного кряжа, балансов, пиломатериалов, а также продуктов глубокой переработки древесины, в т.ч. сырья для биоэнергетики).

Дополняющий существенный вклад в комплекс недостатков хозяйственного обращения с мягколиственными насаждениями и неиспользования природного потенциала их динамики вносят сложившиеся нормативные требования приоритетного лесокультурного восстановления хвойных на вырубках, в т.ч. нередко вместо сохранения уже имеющегося

¹ Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 29.12.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026). <https://www.consultant.ru>.

подроста, в результате применения несовершенных технологий заготовки древесины (лесосечных работ) с последующим восстановлением хвойных и, по существу, отсутствием мотивации выбора природоподобных технологий.

Для упорядоченной разработки таких технологий целесообразно использовать имеющийся комплекс эколого-лесоводственных требований и целевых установок², с учетом их совершенствования, развития и дополнения на основе современных разработок лесоводства³, охватывающих полные циклы лесовоспроизводства основного, производного и комплексного типов, а также восстановительного типа (на месте утраченных насаждений в связи с пожарами, массовой патологией, действием других факторов) и начально-лесообразовательного на участках нелесных земель.

4. Установление эколого-лесоводственных требований к лесоводственным системам и технологиям содержания мягколиственных насаждений, обеспечивающим удовлетворение потребности перерабатывающей промышленности в целевых сортиментах

Для реализации одного из направлений существенного изменения ведения лесного хозяйства в мягколиственных насаждениях в целях решения задач стабильного обеспечения перерабатывающей промышленности целевыми сортиментами необходимо разработать и реализовать на практике единую многовариантную (многовидовую) технологию ухода за лесами на основе выполнения следующих эколого-лесоводственных требований, обеспечивающих:

- полное системное содержание и состав технологий (дифференцированных по выделяемым лесоводственным типам лесовоспроизводства: основного, производного, переходного восстановительного и начально-лесообразовательного) с учетом специфики целевого назначения лесов (типично и ограниченно эксплуатационного назначения, а также защитных), включающее все технические компоненты лесоводственных мероприятий (техники лесоводства), в т.ч. обоснованное назначение, проектирование, отвод участков, отбор деревьев на выращивание и в рубку, выделение их путем отметки или по установленным характеристикам, используемым и в автоматическом режиме при применении многооперационных машин, роботов, а также упорядоченную технологическую их реализацию в последовательной совокупности выполняемых операций, дополняемых техническими приемами оценки качества выполненных работ;

- принципиальное соответствие (непротиворечие) разрабатываемых единых технологий ухода за лесом закономерным природным социально-целевым процессам динамики мягколиственных насаждений и восстановительной смены их хвойными с учетом трансформации этих процессов в связи с прогнозируемыми изменениями климата и принятием мер по

² Лесоводственные требования к технологическим процессам рубок ухода. Утверждены приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 29 ноября 1993 г. №314. М., 1993. 26 с.

³ Методика оценки качества лесоводственных рубок / В. И. Желдак. – Пушкино: Федеральное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2024. – 56 с.

смягчению их последствий, в т.ч. вероятного снижения устойчивости насаждений темнохвойных пород (или относительного сохранения, повышения их устойчивости);

- в целях максимального использования природного потенциала выращивания насаждений мягколиственных пород для обеспечения промышленности по переработке древесины целевыми сортаментами (в т.ч. для фанерных, целлюлозно-бумажных комбинатов, производств биотоплива), с учетом наличия и возможного создания этих объектов в регионе разрабатываются технологии выращивания мягколиственных насаждений для получения максимального выхода одного, двух, трех и большего количества сортиментов, базирующиеся на процессах: выращивания целевых древостоев мягколиственных пород (чистых однопородных - березы или осины - и смешанного породного состава с преобладанием этих пород); выращивания – переформирования естественно сформировавшихся лиственно-хвойных насаждений с хвойными под пологом; выращивания – преобразования мягколиственных насаждений в сложные лиственно-хвойные с последующим их выращиванием и переформированием в хвойные, хвойно-лиственные и дорастиванием их в целевом режиме;

- в рамках единых технологий лесовыращивания оптимальное выполнение всех технико-технологических приемов и операций на всем протяжении цикла лесовоспроизводства (как простого повторяющегося, так и комплексного) обеспечивается на технологически организованном (обустроенном) участке с постоянной сетью технологических коридоров (пасечных, магистральных) и погрузочных (технологических) пунктов, которая создается без потери производительности древостоев на стадии формирования молодняков, а также смены поколений леса. При неизбежной необходимости проведения очередных мероприятий лесоводственных рубок на технологически не подготовленных участках с насаждениями на стадии средневозрастных и старше технологическая сеть должна закладываться непрямолинейными коридорами с использованием для них промежутков между выращиваемыми деревьями, а также за счет удаления нежелательных деревьев с общей интенсивностью вырубki не более половины от нормативной (8-10% по запасу);

- для максимального использования природного потенциала смены пород при вырубке хвойных древостоев сплошными рубками, в отличие от существующего нормативного порядка (требования) обязательного восстановления хвойных в основном лесокультурным методом, в разрабатываемой системе технологий предусматривается возможность планового выращивания на месте коренных пород одного-двух поколений целевых производных древостоев мягколиственных пород - потенциально продуктивных семенного происхождения, первых поколений вегетативного (т.н. высокоствольных) и в т.ч. в рамках карбоновых проектов, а также для получения целевых сортиментов – балансов, фанерного кряжа для ЦБК и ФМК, но при соблюдении целевого соотношения насаждений хвойных и лиственных пород в пределах конкретных территориальных образований (поддержание баланса

обеспечивается за счет восстановительной смены хвойных пород, компенсирующих смену их производными на других участках);

- плановое выращивание древостоев мягколиственных пород, в т.ч. для получения определенных сортиментов древесины, в пределах природных и административно-хозяйственных территориальных образований – лесничеств, участковых лесничеств, сырьевых зон промышленных предприятий, а также на специальных лесных участках переданных (полученных) в пользование, осуществляется при обязательном постоянном поддержании научно обоснованного соотношения насаждений целевого породного состава с учетом допустимой и целесообразной смены пород и поколений леса, включая обязательную смену второго, третьего поколения мягколиственных пород вегетативного происхождения (еще т.н. «высокоствольных») на семенное, и на участках с постоянным воспроизводством древостоев этих пород (в т.ч. плантационного типа, на карбоновых полигонах), не допуская их деградации, потери продуктивности и качества;

- за исключением плантационного лесовыращивания древостоев мягколиственных пород на базе лесокультурного лесовосстановления, единые технологии целевого выращивания - преобразования мягколиственных насаждений целесообразно разрабатывать и применять в рамках технических систем ухода за лесами в широком понимании, включая не только рубки ухода формирования, сохранения насаждений, но и смены поколений леса (и смены пород) с приоритетом технических приемов и технологических операций ухода за молодым поколением (подростом) и лесовозобновлением;

- в целях комплексного решения вопросов повышения экологического и ресурсного потенциала лесов на больших территориях при ограниченных возможностях экономического обеспечения содержания лесов в оптимальном нормативном состоянии, при планировании и проектировании системных лесоводственных мероприятий ухода за лесом, за исключением участков плантационного лесовыращивания, в массовом производстве, ведении лесного хозяйства приоритет закрепляется за вариантами технологии, относительно менее затратными, но достаточно эффективными, в т.ч. на основе естественного возобновления не только мягколиственных, но и хвойных пород, используя даже недостаточное количество подроста, уход за ним, тем более, что при целевом выращивании насаждений смешанного породного состава, исходное количество перспективных растений - элементарных объектов непосредственного ухода - может быть и в два раза меньше нормативного.

Заключение. Реализация разработанной на основе выполнения сформированных принципиальных эколого-лесоводственных требований и установок системы лесовыращивания – лесопользования в мягколиственных насаждениях на базе единых технологий ухода за лесом с широким использованием многих вариантов технико-технологических компонентов, отражающих закономерные природные процессы динамики лесных экосистем, в т.ч. с учетом прогнозируемых изменений климата и лесорастительных условий по регионам страны, снижения устойчивости темнохвойных пород и осуществления мер по их сохранению в лесном фонде регионов, обеспечит

значительное улучшение качества выращиваемых древостоев, обеспечение промышленных предприятий целевыми сортами для глубокой переработки древесины, освоение и преобразование существующих мягколиственных насаждений, поддержание их в состоянии эффективного выполнения экологических функций.

Список источников:

1. Петров, В. Н. Основные проблемы, сдерживающие развитие лесного комплекса / В. Н. Петров // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы X всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 21–23 мая 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2025. – С. 20-23.
2. Дмитриева, Е. А. Современные проблемы лесной отрасли / Е. А. Дмитриева // Экономические и управленческие технологии XXI века: теория и практика, подготовка специалистов: Материалы Международной методической и научно-практической конференции имени доктора экономических наук, профессора Т.Р. Терёшкиной, Санкт-Петербург, 21 ноября 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2024. – С. 159-164.
3. Бадьянов, А.О. Ключевые факторы воздействия на развитие лесопромышленного комплекса в современных условиях / А. О. Бадьянов // Региональная экономика. Юг России. – 2024. – Т. 12, № 3. – С. 108-117.
4. Аверина, К.Н. О некоторых проблемах развития лесного комплекса России / К.Н. Аверина, Е.Н. Абанина // Развитие современной науки и технологий в условиях трансформационных процессов (шифр - МКНТ): Сборник материалов XXII Международной научно-практической конференции, Москва, 11 июля 2024 года. – Москва: ООО «Издательство Академическая среда», 2024. – С. 212-217.
5. Шишелов, М. А. Оценка ресурсной эффективности лесного комплекса России: методология и практика / М. А. Шишелов, В. А. Носков // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2023. – Т. 21, № 3. – С. 124-144.
6. Кадыров, Ф.Ф. Интенсификация использования мягколиственной древесины в лесном фонде Ульяновской области / Ф.Ф. Кадыров, Т.А. Парамонова, Л.И. Загидуллина // Интенсификация использования и воспроизводства лесов: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки, Ульяновск, 09 февраля 2024 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2024. – С. 80-86.
7. Яськова, Т. И. Экономический потенциал лесного хозяйства Смоленской области / Т. И. Яськова // Природа и общество: в поисках гармонии. – 2024. – № 10. – С. 190-201.
8. Козлова, И. К. Плантации древесины и ее заготовка / И. К. Козлова, Б. М. Локштанов, В. В. Орлов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XXIII Международной научно-технической конференции, Вологда, 03–04 декабря 2025 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2025. – С. 160-164.
9. Лесные плантации как средство для повышения экономического и экологического эффекта в лесной отрасли / Я. В. Кашурина, Д. М. Корякина, Ф. Н. Дружинин, Н. А. Дружинин // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XVIII Международной научно-технической конференции, Вологда, 01 декабря 2020 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. – С. 218-220.
10. Султанова, Р. Р. Основы рекреационного лесоводства / Р. Р. Султанова, М. В. Мартынова. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2018. – 264 с. – ISBN 978-5-8114-2779-6.
11. Экономические аспекты организации карбоновых ферм на лесных землях / С. С. Морковина, Е. А. Панявина, И. И. Шанин, И. А. Авдеева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2021. – Т. 9. – № 1(52). – С. 17–25.

12. Желдак, В.И. Функционально-целевая "карбоновая" система объектов лесоводства углерододепонирующего и углеродоконсервационного назначения: её формирование и использование / В.И. Желдак // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2022. – № 4(56). – С. 47–73.
13. Kemen, G. Austin. What causes deforestation in Indonesia? / G. Austin Kemen, Amanda Schwantes, Yaofeng Gu, S. Prasad Kasibhatla // Environ. Res. Lett. – 2019. – Vol. 14, no. 2. – 14 024007.
14. Желдак, В. И. Совершенствование лесоводственной системы реформирования лиственно-хвойных насаждений в хвойные / В.И. Желдак, Э. В. Дорощенкова // Лесохозяйственная информация. – 2025. – № 2. – С. 5-28.
15. Багаев С. С. Рубки реформирования в березняках со вторым ярусом и подростом ели в Костромской области / С.С. Багаев // Лесохозяйственная информация. – 2016. – № 4. – С. 84-92.

© Желдак В.И., Дорощенкова Э.В., 2026

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ТРИПЛОИДНЫХ РАСТЕНИЙ ОСИНЫ (*Populus tremula* L.) КАК ИСТОЧНИКА ДРЕВЕСИНЫ

Айсылу Ильдусовна Кагирова¹

¹Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

¹auculy820@gmail.com

Аннотация. Оценена возможность использования триплоидной осины для получения древесины. Показано, что приживаемость саженцев зависит от декапитации, защиты от болезней, агротехники и гидропоники. Оптимизация условий позволяет достичь выживаемости 94–100 % и ускорить рост на 25–30 %. В 30 лет запас древесины может достигать 400 м³/га, а первые балансовые сортименты – через 12–14 лет. Древесина пригодна для целлюлозно-бумажного производства, ДСП, фанеры, биотоплива и композитных материалов.

Ключевые слова: триплоидная осина, *Populus tremula*, приживаемость, гидропоника, выход древесины, плантационное лесоводство

Для цитирования: Кагирова А.И. Оценка потенциала триплоидных растений осины (*Populus tremula* L.) как источника древесины // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 344–347.

Original article
UDC 630*2:674.031.33

EVALUATION OF THE POTENTIAL OF TRIPLOID ASPEN PLANTS (*Populus tremula* L.) AS A SOURCE OF WOOD

Aisylu Ildusovna Kagirowa¹

¹Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

¹auculy820@gmail.com

Abstract. The paper evaluates the possibility of using triploid aspen for wood production. It shows that the survival rate of seedlings depends on decapitation, disease protection, agricultural techniques, and hydroponics. Optimizing the conditions allows for a survival rate of 94–100% and a 25–30% increase in growth. In 30 years, the wood stock can reach 400 m³/ha, and the first balance logs can be harvested after 12–14 years. Wood is suitable for pulp and paper production, chipboard, plywood, biofuel, and composite materials.

Keywords: triploid aspen, *Populus tremula*, survival rate, hydroponics, wood yield, plantation forestry

For citation: Kagirowa A.I. Evaluation of the potential of triploid aspen plants (*Populus tremula* L.) as a source of wood // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 344-347.

Введение

В структуре лесного фонда России осина (*Populus tremula* L.) занимает значимое место среди лиственных пород. Древесина этого вида востребована при производстве целлюлозно-бумажной продукции, фанерных листов и древесно-стружечных плит. В последние годы повышенный интерес исследователей направлен на триплоидные формы данной породы, которые характеризуются ускоренными темпами роста, улучшенными качественными показателями древесины и более высокой устойчивостью к инфекционным заболеваниям.

Эта работа посвящена выявлению основных факторов, определяющих возможности использования осины триплоидной.

Условия, влияющие на приживаемость посадочного материала осины триплоидной:

1. Декапитация верхушечного побега.

Удаление точки роста активизирует ветвление и способствует оптимизации соотношения между подземной и надземной частями, что позволяет увеличить долю прижившихся растений на 15–20 %. Согласно исследованиям, регенеранты триплоидной осины с декапитацией верхушечного побега имели соотношение длины зеленой массы к корневой, близкое к 1:1.

2. Защита от фитопатогенов.

Хотя триплоидная осина имеет повышенную устойчивость к корневым гнилям, в питомнике возможно поражение:

- фузариозом (в качестве профилактики рекомендуется протравливание посадочного материала);
- ржавчинными грибами и пятнистостями (обработка 1 % бордоской жидкостью).

3. Агротехнические мероприятия.

Основные элементы ухода:

- зяблевую вспашку с внесением органических удобрений и суперфосфата;
- весеннюю культивацию и регулярное удаление сорной растительности;
- соблюдение густоты посадки (не более 200 тыс. экземпляров на гектар для сеянцев).

4. Гидропонный способ культивирования.

Применение гидропоники на этапе адаптации позволяет:

- регулировать поступление элементов минерального питания;
- минимизировать риск заражения почвенными патогенами;
- ускорить развитие корневой системы на 20–25 % [1].

Практические аспекты выращивания

С целью повышения эффективности культивирования триплоидной осины в питомнических условиях целесообразно:

- отбирать регенеранты с длиной корней 5–7 см и высотой побегов до 5 см;
- проводить акклиматизацию по ступенчатому режиму снижения влажности;
- обрабатывать растения регулятором роста («Эпин-Экстра», 0,5 мг/л) в фазу укоренения;
- использовать легкие дренированные почвы (супеси, суглинки);
- поддерживать микроклиматические параметры: температура +20...+25 °С, относительная влажность 70–80 %;
- своевременно осуществлять профилактические опрыскивания против грибковых инфекций;
- внедрять гидропонные системы для ускоренного производства саженцев [1].

Выход древесины

Триплоидные клоны осины отличаются высокой продуктивностью. Например:

- В 30-летнем возрасте запас древесины на плантациях триплоидной осины может достигать 400 м³/га.
- Опыт скандинавских стран плантационного выращивания триплоидной осины показал возможность получения здоровой древесины на балансовые сортименты уже через 12-14 лет после посадки.

Особенность быстрорастущих клонов осины – их способность давать по два линейных прироста за вегетационный период. В результате, в стволе откладывается значительное количество поздней древесины, содержащей больше механических тканей [3].

Применение

Древесина триплоидной осины используется в различных сферах, например:

1. Целлюлозно-бумажная промышленность. Древесина осины хорошо варится по сульфитному способу, целлюлоза из осины легко отбеливается.
2. Строительство. Из-за влагостойкости и долговечности древесина осины ценится в строительстве.
3. Производство древесных плит. Древесина осины – подходящее сырьё для изготовления древесно-стружечных плит (ДСП), фанеры, шпона.
4. Изготовление волокнистых полуфабрикатов. Древесина триплоидной осины – перспективное сырьё для производства волокнистых полуфабрикатов, которые по свойствам близки к полуфабрикатам из диплоидной осины.
5. Производство древесного биотоплива. Современные технологии глубокой переработки древесины открывают новые направления использования древесины осины: производство древесного биотоплива, экологически чистых прессованных и композитных материалов, наноцеллюлозы и др... [4].

Обработка

При оценке качества древесины осины большое значение имеет её плотность, которая коррелирует с механическими свойствами древесины. Этот показатель используют для прогнозирования свойств бумаги и древесностружечных плит. Также в производстве целлюлозы, бумаги и других продуктов переработки древесины большое значение придается длине и толщине древесинных волокон. Например, повышенная длина волокна – один из важных показателей пригодности древесины для бумажного производства [2].

Заключение

Триплоидные формы осины обладают выраженным потенциалом для лесовыращивания. Уровень их приживаемости в питомнике определяется комплексом взаимодействующих факторов, среди которых ключевое значение имеют способ размножения, условия адаптации и применяемые агротехнические решения. Оптимизация перечисленных параметров позволяет достичь выживаемости в пределах 94,7–100 %, а также обеспечить превышение темпов роста над диплоидными аналогами на 25–30 %. Реализация предложенных рекомендаций будет способствовать повышению продуктивности осиновых древостоев и развитию технологий интенсивного лесного хозяйства. Особенность триплоидной формы осины – их способность давать по два линейных прироста за вегетационный период. Ее древесину можно и нужно использовать в различных сферах [1, 3].

Список источников:

1. Макаров С. С., Антонов А. М., Александрова Ю. В., Лебедева О. П., Кузнецова И. Б. Адаптация триплоидной осины к условиям *ex vitro* с применением гидропонной установки // Сибирский лесной журнал. – 2023. – № 3. – С. 27–33. DOI: 10.15372/SJFS20230304.
2. Дубовый В. (профессор СПбГТУРП). Растительное сырье и химические технологии для развития ЦБП / Интервью для UpackUnion. – 2023.
3. Бажанов Е. А. (и др.) Селекция и плантационное выращивание быстрорастущих пород древесины. – М.: Лесная промышленность, 2018. – С. 112-125.
4. Боголицын К. Г. (зав. кафедрой САФУ). Растительное сырье и химические технологии для развития ЦБП / Интервью для UpackUnion. – 2023.

© Кагирова А.И., 2026

АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГКУ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ «БУРЕЙСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»

Екатерина Андреевна Рогозняк¹, Наталья Александровна Юст²,
Олеся Николаевна Щербакова³

^{1,2,3} Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск,
Россия

¹ beablag1990@gmail.com², yustnatal@mail.ru³, olesya-2512@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ горимости лесов на территории ГКУ Амурской области «Бурейское лесничество» за период 2022-2024 гг. Объектом исследования являются лесные пожары, возникшие на территории лесного фонда Бурейского лесничества. Для проведения анализа горимости лесов рассмотрены статистические данные о количестве лесных пожаров, их площадь и основные причины возникновения.

Ключевые слова: лесные пожары, анализ горимости лесов, Бурейское лесничество, гектар, площадь ликвидации, причины возникновения лесных пожаров.

Для цитирования: Рогозняк Е.А., Юст Н.А., Щербакова О.Н. Анализ горимости лесов на территории ГКУ Амурской области «Бурейское лесничество» // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 348-355.

Original article
UDC 630.431.2

ANALYSIS OF FOREST FIRE HAZARDS IN THE TERRITORY OF THE STATE PUBLIC INSTITUTION OF THE AMUR REGION «BUREYSKOYE FORESTRY»

Ekaterina Andreevna Rogoznyak¹, Natalia Aleksandrovna Yust²,
Olesya Nikolaevna Shcherbakova³

^{1,2,3} Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

¹ beablag1990@gmail.com ² yustnatal@mail.ru ³ olesya-2512@mail.ru

Abstract. This article presents an analysis of forest fire risk in the Amur Region's State Public Institution «Bureyskoye Forestry» for the period 2022-2024. The study focuses on forest fires that occurred within the forest fund of the Bureyskoye Forestry. To analyze forest fire risk, statistical data on the number of forest fires, their area, and the main causes were reviewed.

Keywords: forest fires, forest flammability analysis, Bureya forestry, hectare, extinguishing area, causes of forest fires.

For citation: Rogoznyak E.A., Yust N.A., Shcherbakova O.N. Analysis of forest fire hazards in the territory of the State Public Institution of the Amur Region «Bureyskoye Forestry» // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 348-355.

Леса играют ключевую роль в поддержании экологического баланса, сохранении биоразнообразия и обеспечении экономических потребностей общества [1]. Однако ежегодно тысячи гектаров лесных массивов уничтожаются пожарами, что приводит к значительным экологическим, экономическим и социальным последствиям [5].

Наиболее масштабный ущерб лесному хозяйству области приходится на весенний пожароопасный период, когда преобладает засушливая погода и сильные ветра [3].

Анализ горимости лесов позволяет выявить закономерности возникновения пожаров, оценить их последствия и разработать эффективные меры профилактики и борьбы с ними. В условиях изменения климата и увеличения антропогенной нагрузки на лесные экосистемы данная проблема становится особенно актуальной [2].

В процессе проведения исследований применен метод анализа статистических данных, а также теоретический анализ, на основе которых изучены и систематизированы данные из книги учёта лесных пожаров за 2022-2024 гг. [4] Изучена литература (книги, статьи), касающаяся лесных пожаров.

На территории участковых лесничеств Бурейского лесничества за 2022 год, в период 19.04.2022 по 19.05.2022, было зафиксировано 7 пожаров с общей площадью обнаружения 76 га, площадь распространения огня впоследствии увеличилась до 700 га. Основной причиной возникновения пожаров послужило местное население - 71,4%. 71,4% (5) пожаров были обнаружены на территории Бурейского участкового лесничества, 14,3% (1) – на территории Бахиревского участкового лесничества, 14,3% (1) – на территории Чеугдинского участкового лесничества. За 2022 год 71,4% пожаров было ликвидировано в день обнаружения, 14,3% – на следующий день после возникновения, 14,3% – в течение двух дней.

На иных категориях земель Бурейского муниципального округа количество пожаров в период с 17.04.2022 по 20.10.2022 составило 18, возникли в результате деятельности местного населения (100%). Площадь возникновения составила 121 га, площадь распространения – 600 га. 72,2% (13) пожаров были ликвидированы в день возникновения, 27,8% (5) - на следующий день после возникновения.

За 2023 год на территории участковых лесничеств Бурейского лесничества было зафиксировано 6 пожаров, возникших в результате деятельности местного населения. Площадь обнаружения пожаров составила 13 га, площадь ликвидации – 4073 га. Площадь распространения пожаров увеличилась до 4060 га. 16,7% (1)

пожаров были ликвидированы в день обнаружения, 50% (3) – на следующий день после обнаружения, 16,7% - через 2 дня после обнаружения, 16,7% - через 3 дня после обнаружения. 83,3% (5) пожаров были обнаружены на территории Бурейского участкового лесничества, 16,7% (1) – на территории Бахиревского участкового лесничества.

За 2023 год на иных категориях земель Бурейского муниципального округа был зафиксирован 21 случай возникновения пожаров. Все пожары возникли в результате деяний местного населения. Площадь обнаружения пожаров составила 55 га, площадь ликвидации – 482 га. 66,7% (14) пожаров были ликвидированы в день обнаружения, 33,3% (7) – на следующий день после обнаружения. Площадь распространения увеличилась до 427 га.

За 2024 год на территории Бурейского лесничества было обнаружено 10 пожаров, площадь обнаружения составила 12 га, площадь распространения – 4952 га. Причинами возникновения послужили линейные объекты (10%), местное население (90%). 30% (3) пожаров были потушены в день обнаружения, 10% (1) пожаров на следующий день, 10% (1) – через 2 дня, 20% (2) – через 3 дня, 10% (1) – через 4 дня, 10% (1) – через 5 дней, 10% (1) – через неделю. 50% (5) пожаров возникли на территории Бурейского участкового лесничества, 40% (4) – на территории Чеугдинского участкового лесничества, 10% (1) – на территории Бахиревского участкового лесничества.

На иных категориях земель Бурейского лесничества было зафиксировано 9 пожаров, причиной которых стал антропогенный фактор: 22% (2) пожаров были ликвидированы в день обнаружения, 67% (6) пожаров были ликвидированы на следующий день после обнаружения, 11% (1) пожаров были ликвидированы в течение двух дней после обнаружения. Площадь на момент ликвидации составила 899 га.

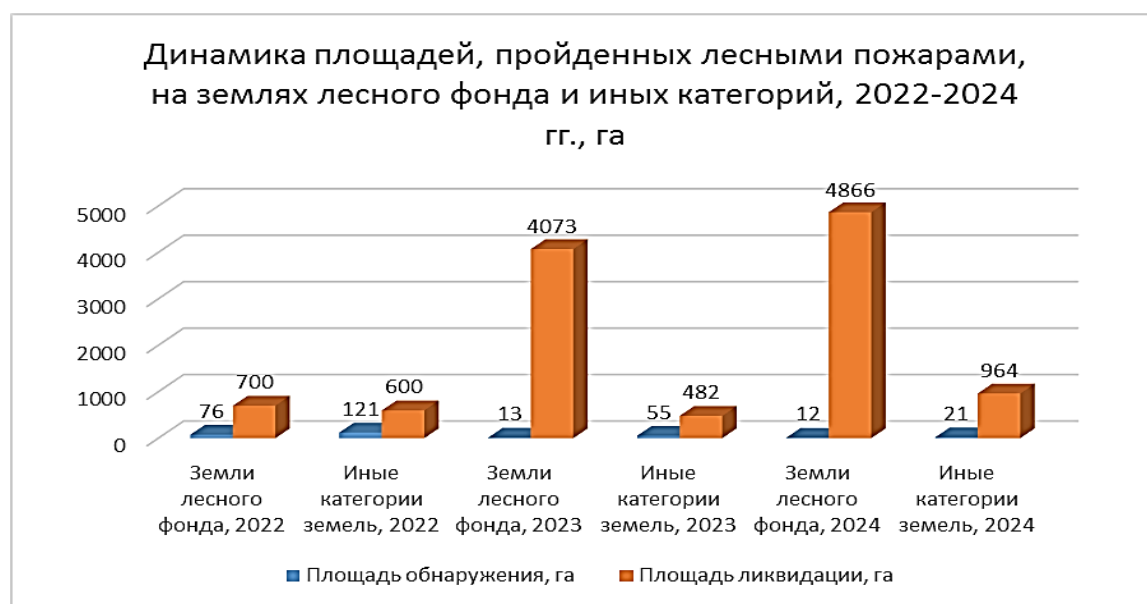


Рисунок 1 – Динамика площадей, пройденных лесными пожарами на землях лесного фонда и иных категориях земель, 2022-2024 гг., га.

Исходя из данной диаграммы, можно сделать вывод о том, что площадь распространения пожара не всегда зависит от изначальной площади его возникновения. На большую площадь распространения огня влияют множество факторов, в том числе, срок ликвидации пожара.

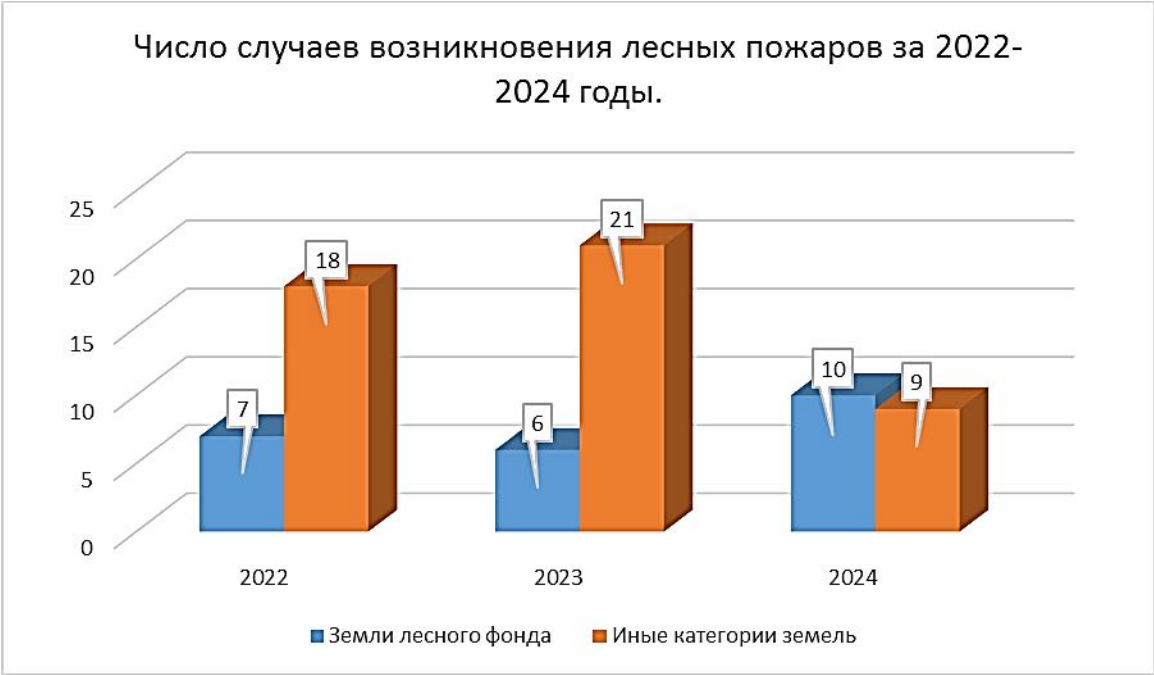


Рисунок 2 – Число случаев возникновения лесных пожаров на землях лесного фонда и иных категорий земель за 2022-2024 годы.



Рисунок 3 – Причины возникновения лесных пожаров на территории Бурейского лесничества

На основании данных диаграммы можно увидеть, что основной причиной возникновения лесных пожаров является антропогенный фактор.

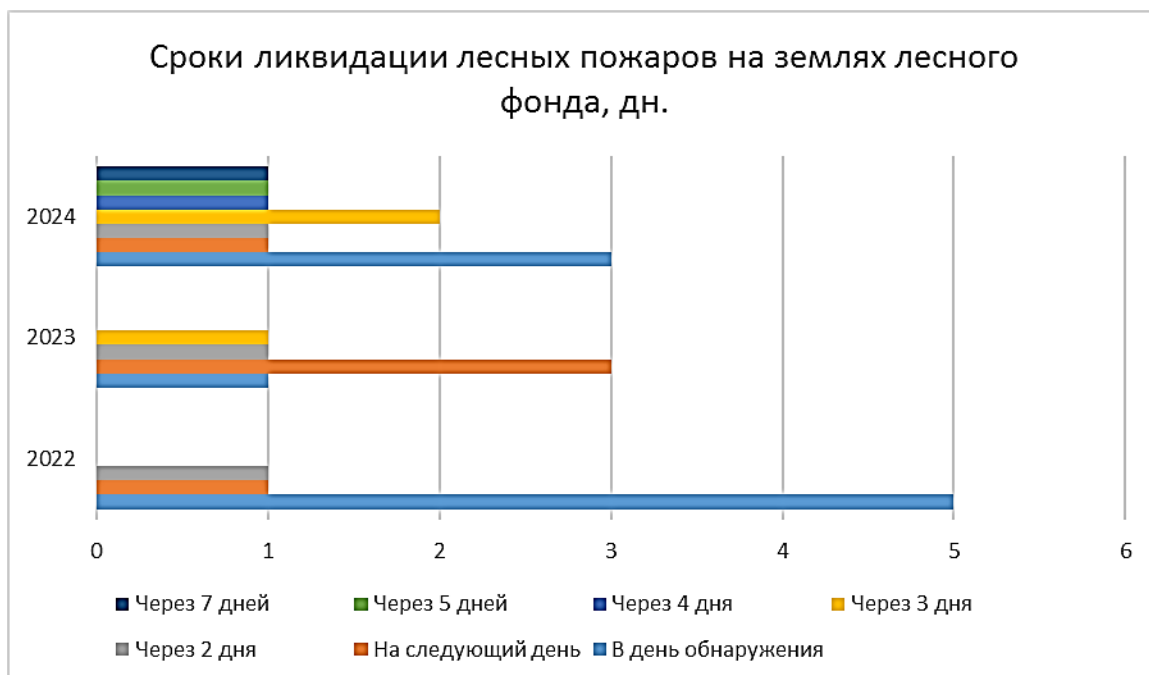


Рисунок 4 – Сроки ликвидации лесных пожаров на землях лесного фонда 2022-2024 гг., дн.

На данной диаграмме можно увидеть, что большинство пожаров были ликвидированы в день их обнаружения.

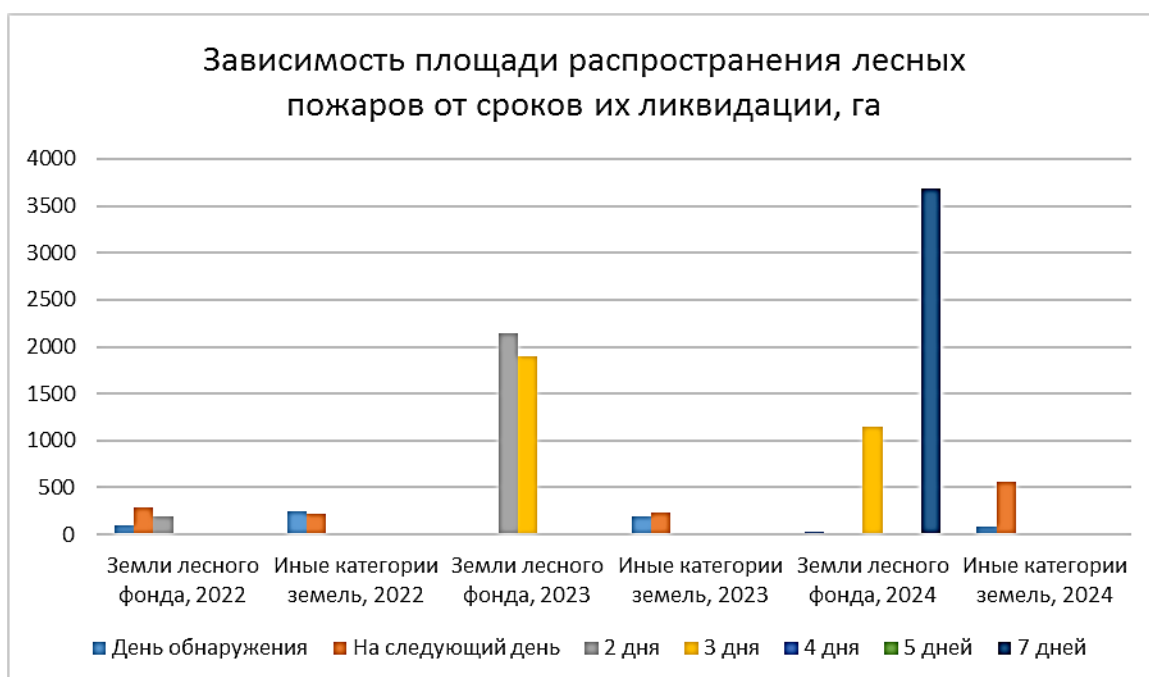


Рисунок 5 – Зависимость площади распространения лесных пожаров от сроков их ликвидации, га.

Данная диаграмма отображает зависимость площади распространения лесных пожаров от сроков их ликвидации.

По данным российского лесоустройства, территория лесного фонда подразделяется на несколько категорий – лесные и нелесные земли, они, в свою

очередь, делятся ещё на несколько подкатегорий. Нелесные земли включают в себя болота, реки и озёра, просеки и дороги, каменистые участки и песчаники. Лесные земли делятся на покрытые лесом – лесные культуры и леса естественного происхождения, а также на земли, не покрытые лесной растительностью, но пригодные для лесовосстановления – это гари, редины, вырубки, прогалины [1].

Таблица 1 содержит информацию о распределении площадей, пройденных пожарами, согласно данным, взятым из штаба региональной диспетчерской службы Амурской области [4].

Таблица 1 – Распределение площадей, пройденных огнём, на территории Бурейского лесничества

Исследуемый период	ГКУ Амурской области «Бурейское лесничество»		Иные категории земель	
	Лесная, га	Нелесная, га	Лесная, га	Нелесная, га
2022 г.	237	463	34	566
2023 г.	3 681	392	23	459
2024 г.	4 489	377	65	899
Итого	8 407	1 232	122	1 924
	9 639		2046	
Всего	11 685			

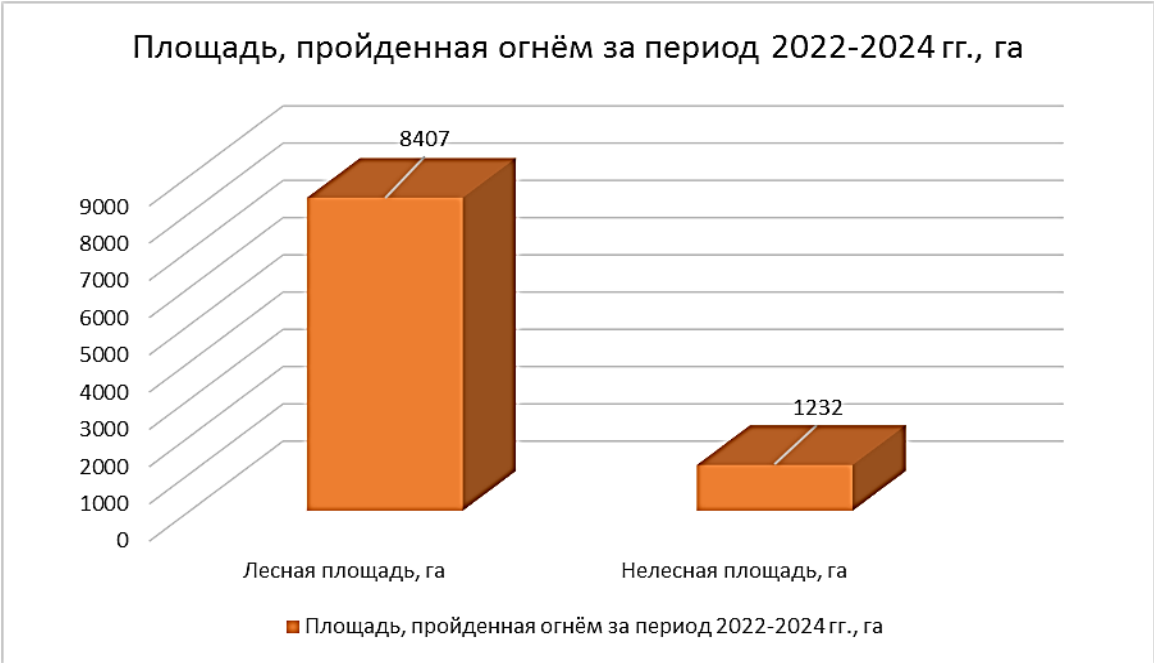


Рисунок 6 – Площадь земель лесного фонда, пройденная огнём за 2022-2024 гг., га

Из данной диаграммы следует, что лесные земли Бурейского лесничества пострадали от действия лесных пожаров примерно в 7 раз больше, чем нелесные.

Исходя из проанализированных данных, можно сделать следующие выводы:

- 1) лесные земли Бурейского лесничества пострадали от действия лесных пожаров в 7 раз больше, чем нелесные;
- 2) в данном случае на 99% причиной возникновения лесных пожаров послужило местное население (неосторожное обращение с огнём, пал сухой растительности, свалки мусора, курение в неположенных местах и т. д.);
- 3) ежегодное количество лесных пожаров зависит от множества факторов, например, метеорологических условий, наличия лесных горючих материалов, антропогенного фактора.

Число случаев возникновения пожаров на определённой территории нециклично, его трудно спрогнозировать, однако, можно предупредить возгорания профилактическим путём. Например, очистка мест рубок от порубочных остатков, контролируемые выжигания сухой растительности, уборка лесного горючего материала в лесу, уборка мусора.

- 4) площадь распространения лесного пожара зависит от сроков его ликвидации. Сроки ликвидации, в свою очередь, связаны со следующими факторами:

- своевременность обнаружения очага возгорания;
- доступность места возникновения пожара;
- вид пожара;
- интенсивность горения;
- метеорологические условия;
- техническое оснащение пожарной бригады на момент тушения

пожара.

- 5) причиной возникновения большинства пожаров является человеческий фактор (в данном исследовании 68 случаев из 71, то есть примерно 96%);

- 6) наибольшая площадь, пройденная огнём – это земли лесного фонда.

Всего за исследуемый период 2022-2024 года было зафиксировано 23 очага возгорания, общей площадью на момент ликвидации 9639 га лесных земель лесного фонда, без учёта иных категорий земель.

За весь исследуемый период (2022-2024 гг.) анализ горимости показал, что больше всего сгоревшей площади лесного фонда пришлось на 2024 год. Площадь, пройденная лесными пожарами, составила примерно 50% от всех гарей за 3 года.

Для наглядности составлена диаграмма по анализу горимости земель ГКУ Амурской области «Бурейское лесничество» за три исследуемых года (рис. 7). В диаграмме представлены года с общим количеством сгоревших территорий в гектарах.

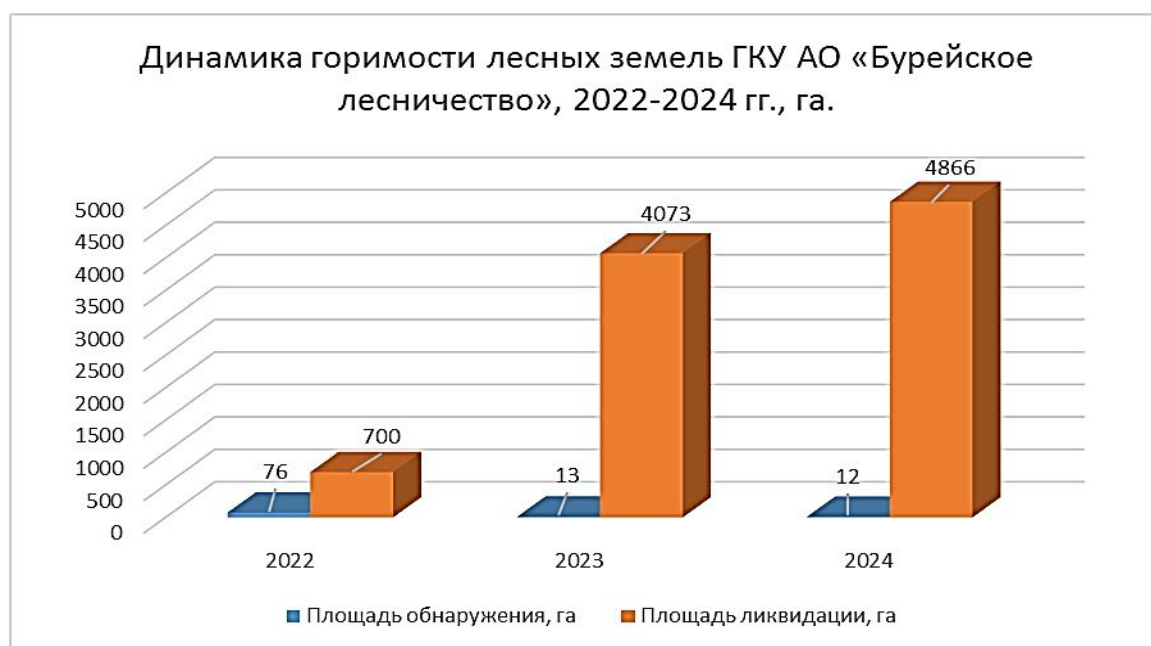


Рисунок 7 – Динамика горимости земель лесного фонда ГКУ Амурской области «Бурейское лесничество» за период 2022-2024 гг.

По данным диаграммы видно, что с каждым годом площадь обнаружения пожаров уменьшается, чего нельзя сказать о площади ликвидации – тут динамика отрицательная. В 2022 году площадь, пройденная лесными пожарами, составила 700 га, в то время как площадь обнаружения пожара составляла 76 га. В 2023 году, при относительно небольшой площади обнаружения (13 га), площадь, пройденная огнём, составила 4073 га. В 2024 году площадь обнаружения, относительно 2023 года, уменьшилась на 1 га, однако площадь, пройденная лесными пожарами, составила 4866 га. Причиной столь масштабного распространения пожаров послужили сроки их ликвидации – от 1 до 7 дней.

Список источников:

1. Лесной кодекс Российской Федерации: от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026).
2. Мазуркин П.М. Анализ пожаров в лесных кварталах (по лесничествам) / П.М. Мазуркин // Вестн. Воронеж. ин-та ГПС МЧС России. – 2016. № 3(20). С. 36–50
3. Юст, Н. А. Анализ горимости лесов на территории Магдагачинского лесничества / Н. А. Юст, Е. А. Рогозняк, К. А. Малашкова // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: Материалы XIII международной конференции, Благовещенск, 26–27 июня 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 103-109. – DOI 10.22450/978-5-9642-0639-2-103-109. – EDN IOJNBS.
4. Министерство лесного хозяйства и пожарной безопасности. – Благовещенск. – URL: <https://minlhp.amurobl.ru> (дата обращения 02.04.2026). – Текст электронный.
5. Чураков, Б.П. Лесная пирология: учебник для вузов / Б. П. Чураков, Д. Б. Чураков. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – ISBN 978-5-507-49930-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/436247> (дата обращения: 14.04.2026). – Режим доступа: для авторизованных пользователей

ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ НА ТЕРРИТОРИИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Олеся Николаевна Щербакова¹, Наталья Александровна Юст²,
Екатерина Андреевна Рогозняк³

^{1,2,3}Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск,
Россия

¹olesya-2512@mail.ru ², yustnatal@mail.ru ³, beablag1990@gmail.com

Аннотация. В статье представлены материалы выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой на территории Амурской области. Объектом исследования являются сеянцы хвойных пород. Использование посадочного материала с закрытой корневой системой является одним из перспективных направлений искусственного лесовосстановления. В Амурской области в 2025 году появилось более 4,5 тысяч гектаров нового леса. По всей области специалисты высадили порядка 10 миллионов сеянцев деревьев с открытой корневой системой и закрытой корневой системой.

Ключевые слова: посадочный материал, сеянцы, закрытая корневая система, компенсационное лесовосстановление.

Для цитирования: Щербакова О.Н., Юст Н.А., Рогозняк Е.А. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой на территории Амурской области // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026.С. 356-361.

Original article
UDC 630*232.22

GROWING PLANTING MATERIAL WITH A CLOSED ROOT SYSTEM IN THE AMUR REGION

Olesya Nikolaevna Shcherbakova¹ Natalia Aleksandrovna Yust²,
Ekaterina Andreevna Rogoznyak³

^{1,2,3}Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

¹olesya-2512@mail.ru, ²yustnatal@mail.ru, ³beablag1990@gmail.com

Abstract. The article presents the materials of growing planting with a closed root system in the territory of the Amur Region. The object of research is seedlings of coniferous species. The use of planting material with a closed root system is one of the promising areas of artificial reforestation. In the Amur Region, more than 4,500

hectares of new forest appeared in 2025. Throughout the region, specialists planted about 10 million seedlings of trees with an open root system and a closed root system.

Keywords: sedimentary material, seedlings, closed root system, compensatory reforestation.

For citation: Shcherbakova O.N., Yust N.A., Rogoznyak E.A. Growing planting material with a closed root system in the Amur region // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 356-361.

Успешность процесса искусственного восстановления во многом зависит от качественных и технологических характеристик используемого посадочного материала. В современном лесохозяйственном производстве можно выделить три основные технологии получения сеянцев семенным путем: посадочный материал с открытой корневой системой, выращенный в открытом грунте, посадочный материал с открытой корневой системой, выращенный в закрытом грунте, посадочный материал с закрытой корневой системой (ЗКС). Именно последний, сегодня называют современным и высокотехнологичным видом посадочного материала. Он получил распространение практически во всех странах мира благодаря уникальным характеристикам.

Использование посадочного материала с закрытой корневой системой является одним из перспективных направлений искусственного лесовосстановления. Оно связано с радикальными изменениями в агротехнике выращивания посадочного материала и значительными изменениями в технологии производства лесных культур.

Согласно статье 63.1 Лесного кодекса РФ, лица, использующие леса: для геологического изучения недр, разработки месторождений полезных ископаемых; для строительства водохранилищ, иных искусственных водных объектов, а также гидротехнических сооружений, морских портов, речных портов, причалов; для строительства линейных объектов; для переработки древесины и иных лесных ресурсов, обязаны выполнить работы по лесовосстановлению на площади, равной площади вырубленных лесных насаждений, не позднее чем через один год после осуществления рубки [1].

В 2021 году вступили в силу новые Правила лесовосстановления, согласно которым, ежегодно до 2025 года не менее 20% площадей искусственного лесовосстановления выполняется посадкой сеянцев с закрытой корневой системой (т.е. более 900 гектаров площадей), а с 2025 года не менее 30% [2] и ежегодный объем площадей искусственного лесовосстановления, выполняемый посадкой сеянцев с ЗКС увеличится до 1400 гектаров на территории Амурской области. Наиболее масштабный ущерб лесному хозяйству области приходится на весенний пожароопасный период, когда преобладает засушливая погода и сильные ветра [3].

Несмотря на общие подходы подходы в решении проблем выращивания посадочного материала, необходимо учитывать индивидуальные особенности каждого региона и каждого питомника [4].

С 2020 года на территории Амурской области по состоянию на сегодняшний день сеянцы с закрытой корневой системой, а это ежегодно почти два миллиона сеянцев сосен, лиственниц, кедра корейского выращивают в девяти теплицах, которые построены в Бурейском, Благовещенском, Завитинском лесхозах. С 2021 года также на территории Свободненского района выращиванием сеянцев занимается ООО "ЛЕСТРАНЗИТ" ежегодный объем которого составляет более трёх миллионов в год. В таблице 1 приведены данные ежегодного объема выращивания сеянцев с ЗКС на территории Амурской области.

Таблица 1 - Объемы выращивания сеянцев с ЗКС на территории Амурской области

Наименование питомника	Наименование юридического или физического лица	Расположение питомника	Вид питомника	Площадь, га	Наименование вида лесных растений	Объем выращивания посадочного материала, тыс.шт
Благовещенский	ГАУ Амурской области «Благовещенский лесхоз»	г. Благовещенск, 4 км Игнатьевского шоссе	тепличный комплекс	0,03	сосна	150,0
Завитинский	ГАУ АО «Завитинский лесхоз»	г. Завитинск, ул. Завитинская, 79	тепличный комплекс	0,04	сосна	160,0
Завитинский	ГАУ АО «Завитинский лесхоз»	г. Белогорск, ул. Реактивная, 1	тепличный комплекс	0,04	сосна	155,0
Бурейский	ГАУ Амурской области «Бурейский лесхоз»	Бурейский район, п. Новобурейский, ул. Новая, д.2	тепличный комплекс	0,30	лиственница, кедр	1 250,0
Свободненский	ООО «ЛЕСТРАНЗИТ»	г.Свободный. ул. Д-Каралаша д.2	тепличный комплекс	0,80	лиственница, сосна	3 050,0

Посадочный материал с закрытой корневой системой выращивают в специализированных тепличных комплексах. Они проектируются в местах с хорошо развитой инфраструктурой (дороги с твердым покрытием, электросеть, источник воды и т.п.).

Тепличные комплексы расположены около источников воды, где устроены водоемы для полива пресной водой, а также вблизи населенных пунктов, везде имеются подъездные пути круглогодичного действия, обеспечивающие своевременную вывозку посадочного материала и доставку в теплицу материалов, механизмов, оборудования и т.п.

Ежегодно весной, в период - конец апреля начало мая в теплицах начинают сеять семена хвойных пород в кассеты, данный вид работы в лесхозах производится вручную, также, как и заполнение кассет торфом.

Для выращивания однолетних сеянцев хвойных пород необходимо, чтобы высота кассеты была не менее 8-13 см, а объем ячейки – 110-250 см³. Перед повторным использованием кассеты промывают и дезинфицируют.

Семена для посева хвойных пород используют первого или второго класса качества с всхожестью от 75 до 98%. Семена высевают вручную по 2-3 семени в ячейку, глубина заделки семян – 3-4 см.

Заполненные торфом кассеты с высеянными семенами переносят в теплицу, где устанавливают на специальные деревянные или металлические подставки, чтобы обеспечить выращивание сеянцев с развитой корневой системой.

Расстояние между полом и дном кассет составляет около 20 см. Воздушная изоляция ограничивает рост корневых систем, и они не выходят за пределы ячеек. Кассеты не размещают вплотную к южной стенке теплицы, так как сеянцы в крайних рядах могут пострадать от перегрева или пересыхания субстрата. Особое внимание уделяют контролю герметичности покрытия теплицы и фрамуг. В местах, где нарушена герметичность или имеются повреждения покрытия, капли воды выбивают семена из кассет и вымывают сеянцы. Поэтому кассеты в поддонах здесь не ставят до устранения неполадок.

При выращивании посадочного материала в теплице следят за водным и температурным режимами. Поступление влаги в семя происходит физическим всасыванием. Влажность семян повышается с 6 до 30-40%. Для влаги и семени нужна наибольшая площадь контакта, поэтому после заполнения теплицы поддонами производят обильный полив за несколько проходов в течение 4-6 суток, чтобы равномерно промочить весь слой торфа и поддерживать влажность до момента прорастания семян (дно кассеты должно быть постоянно влажным). На стадии роста растений полив сокращают, т.е. поливают реже, но обильно. В жаркие дни полив производят в утреннее и вечернее время. В пасмурную и в прохладную погоду полив можно пропускать, но влажность кома должна быть всегда равномерной.

Для прорастания семян достаточно уже +5+8°C, но в это время корни еще не растут. Пороговой температурой для роста корней является +8-+12°C, если температура ниже, то повышается вязкость воды, всасывание влаги прекращается. Сосна и лиственница прорастают в интервале температур +10-+30°C, а кедр в интервале +13-+28°C. Оптимальная температура для роста сеянцев хвойных пород – +20-+25°C. При температуре более +30°C рост резко замедляется.

В Амурской области в 2025 году появилось более 4,5 тысяч гектаров нового леса. По всей области специалисты высадили порядка 10 миллионов сеянцев деревьев с открытой корневой системой и закрытой корневой системой.

В соответствии с правилами лесовосстановления при посадке лесных культур сеянцами с открытой корневой системой первоначальная густота культур, создаваемых посадкой сеянцев, должна быть не менее 3 тысяч штук на 1 гектаре, с закрытой корневой системой количество высаживаемых растений должно быть не менее 2,0 тысяч штук на 1 гектаре (для сеянцев, саженцев дуба с закрытой корневой системой - не менее 1,0 тысяч штук на 1 гектаре).

Возраст сеянцев должен составлять от одного года до двух лет. Высота сеянца - от 8 см, толщина стволика у шейки корня - не менее 2 мм. Сеянцы должны иметь хорошо развитую корневую систему: наличие основного корня и хорошо развитых боковых корней.

Весь выращенный в теплицах лесхозов и арендатора посадочный материал используется при искусственном лесовосстановлении Амурской области. Так по данным министерства лесного хозяйства в лесокультурный сезон 2025 года сеянцами с закрытой корневой системой было посажено более 2,5 тысяч гектаров леса, что составляет 55% от общего объема созданных лесных культур.

Использование посадочного материала с ЗКС позволяет быстро восстанавливать леса после крупномасштабных ветровалов, усыханий и пожаров, что, к сожалению, приобретает все большую актуальность в связи с процессами изменения климата. Прежде всего, это возможность создавать лесные культуры в течение всего вегетационного периода, а не только весной и осенью.

Использование сеянцев с закрытой корневой системой даёт возможность производить посадку леса в течение всего вегетационного периода (май-сентябрь), а не только весной и осенью. При полном соблюдении всех технологических операций применение посадочного материала с ЗКС позволяет добиться 100% приживаемости, что делает ненужным проведение дополнения и позволяет снизить густоту создаваемых лесных культур.

Список источников:

1. Лесной кодекс Российской Федерации: от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026).
2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2021 г. № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления» <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403417664/>
3. Редько, Г.И. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учебник для вузов / Г.И. Редько, М.Д. Мерзленко, Н.А. Бабич, Ю.Н. Данилов – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 400с.
4. Щербакова, О. Н. Проблемы выращивания посадочного материала в лесных питомниках Амурской области (на примере Шимановского лесничества) / О. Н. Щербакова, Н. А. Юст // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 4-х томах, Благовещенск, 20–21 апреля

2022 года. Том 2. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 380-387. – DOI 10.22450/9785964205470_2_55. – EDN XVTLLA.

© Щербакова О.Н., Юст Н.А., Rogoznyak E.A., 2026

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ В ГКУ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ «ЗЕЙСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»

Наталья Александровна Юст¹, Олеся Николаевна Щербакова²,
Екатерина Андреевна Рогозняк³

^{1,2,3}Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск,
Россия

¹ yustnatal@mail.ru ² olesya-2512@mail.ru ³ beablag1990@gmail.com

Аннотация. В статье представлен анализ лесных пожаров на территории ГКУ Амурской области «Зейское лесничество». Проведен анализ площадей, пройденных пожарами на территории лесничества за 2024 и 2025 годы. В 2024 году зафиксировано 89 лесных пожаров общей площадью 165377 га, что свидетельствует об экстремально высокой интенсивности пожароопасного сезона и преобладании крупных пожаров.

Ключевые слова: Зейское лесничество, лесные пожары, анализ горимости лесов, причины возникновения лесных пожаров.

Для цитирования: Юст Н.А., Щербакова О.Н., Рогозняк Е.А. Лесные пожары в ГКУ Амурской области «Зейское лесничество» // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 362-368.

Original article
UDC 630.431.2

FOREST FIRES IN THE STATE PUBLIC INSTITUTION OF THE AMUR REGION "ZEISKOE FORESTRY"

Natalia Aleksandrovna Yust¹, Olesya Nikolaevna Shcherbakova²,
Ekaterina Andreevna Rogoznyak³

^{1,2,3} Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

¹ yustnatal@mail.ru, ² olesya-2512@mail.ru ³, beablag1990@gmail.com

Abstract. This article presents an analysis of forest fires in the Zeya Forestry State Institution of the Amur Region. The area burned by fires in the forestry in 2024 and 2025 was analyzed. In 2024, 89 forest fires were recorded, covering a total area of 165,377 hectares, indicating an extremely high intensity of the fire season and a predominance of large fires.

Keywords: Zeya Forestry, forest fires, forest flammability analysis, forest fire causes.

For citation: Yust N.A., Shcherbakova O.N., Rogoznyak E.A. Forest fires in the State Public Institution of the Amur Region "Zeiskoe Forestry" // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference – Saratov: Vavilov University, 2026, pp. 362-368.

Зейское лесничество Министерства лесного хозяйства и пожарной безопасности Амурской области организовано приказом Рослесхоза от 29.06.2007 № 312 «Об определении количества лесничеств на территории Амурской области с внесением и установлением их границ», а также в соответствии с Постановлением Губернатора Амурской области от 13.12.2007 № 684 «О реорганизации государственных учреждений Амурской области». Общая площадь лесов Зейского лесничества Амурской области на 01.10.2025 года составляет – 8538283,8585 га. В состав организованного лесничества вошли 15 участковых лесничеств – Золотогорское, Зейское, Овсянковское, Ново-Ямпольское, Октябрьское, Бомнакское, Горненское, Кировское, Потехинское, Снежнегорское, Огоронское, Дугдинское, Верхненорское, Туксинское, Урганское (рис. 1).

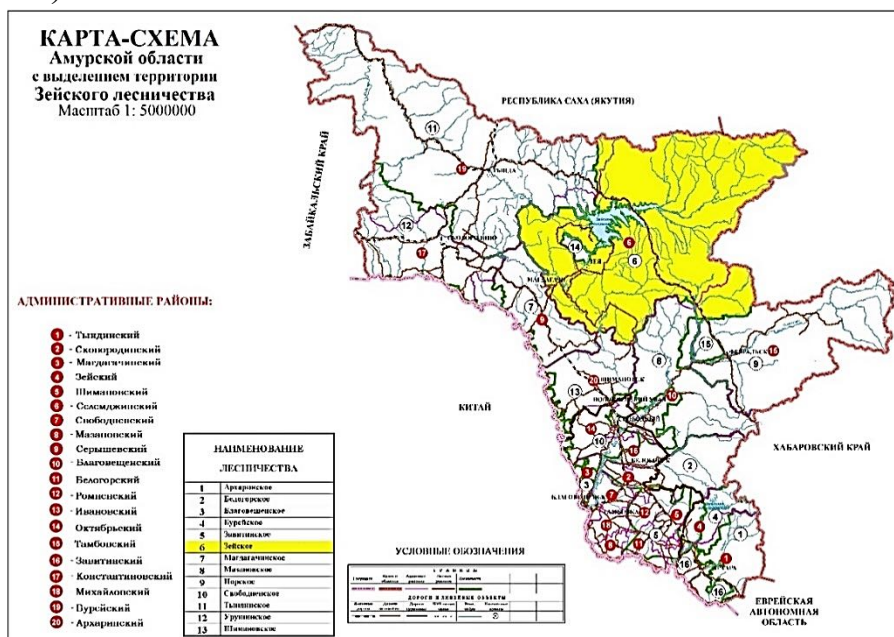


Рисунок 1 – Карта-схема Амурской области с выделением территории Зейского лесничества

Согласно вышеприведённому приказу территория Зейского лесничества относится к таёжной зоне. Леса лесорастительной зоны состоят, в основном, из хвойных пород: лиственницы Гмелина (даурской), сосны обыкновенной, ели аянской. Твёрдолиственные леса представлены дубом и берёзой чёрной. Из лиственных пород произрастают: берёза белая, тополь, осина, чозения, древовидные ивы.

Из подлесочных пород распространены: кедровый стланик, берёзовый ерник, рододендрон даурский, ольха кустарниковая, шиповник, спирея, смородина, ива кустарниковая, брусника, голубика, багульник болотный.

Травяной покров представлен осоками, вейником Лангсдорфа, майником двулистным, грушанкой, костянкой; моховой покров состоит из кукушкиного льна, плеуроцима Шребера, хилокомиума, пролиферума.

В соседних лесничествах господствуют сосняки [4]. В Зейском лесничестве лавной породой является лиственница даурская, как наиболее приспособившаяся к суровым климатическим условиям. Сосновые насаждения занимают незначительную площадь и приурочены, в основном, к южным склонам, вершинам холмов в южной части лесничества.

В большей части лесничеств Амурской области доля защитных лесов колеблется в пределах 6,0–10,0 %. Этот диапазон характерен для регионов с большими лесными ресурсами и малым уровнем развития экономической инфраструктуры [1]. Реорганизация структур предприятий лесного хозяйства внесла отрицательную роль в обеспечение своевременности тушения лесных пожаров [2].

В процессе проведения исследований применен метод анализа статистических данных, а также теоретический анализ, на основе которых изучены и систематизированы данные из книги учёта лесных пожаров [3].

В ходе исследования был проведен детальный анализ лесопожарной обстановки на территории Зейского лесничества. Анализ данных позволяет сделать выводы о характере горимости, эффективности системы обнаружения и тушения, а также предложить необходимые мероприятия по противопожарному обустройству лесов (рис. 2).

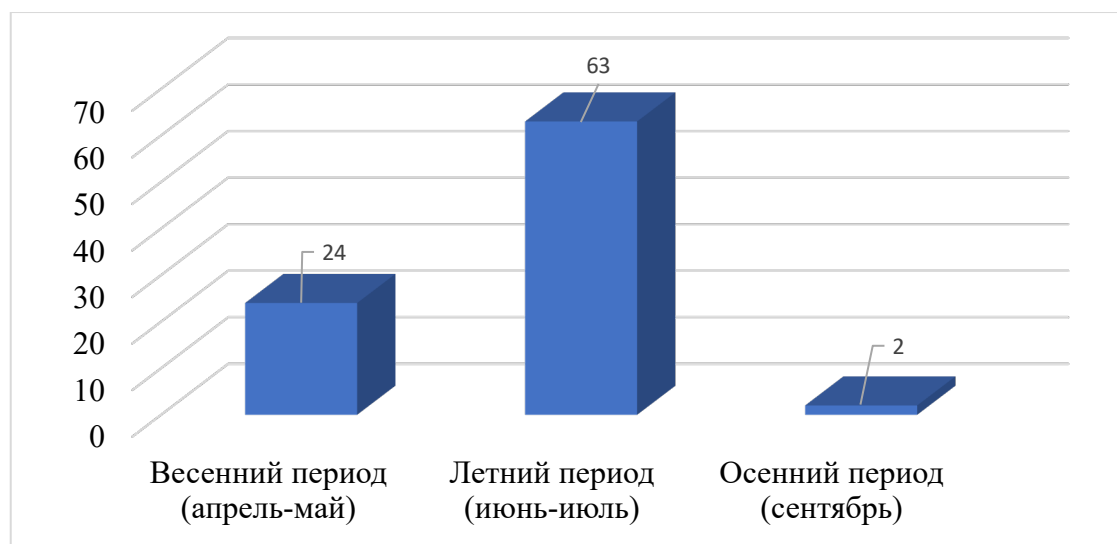


Рисунок 2 – Количество лесных пожаров по периодам за 2024 год

За пожароопасный сезон 2024 года было зафиксировано 89 лесных пожаров. Суммарная площадь, пройденная огнем, составила 165377 га. Средняя площадь одного пожара: 1858,1 га. Такие показатели свидетельствуют об экстремально высокой интенсивности пожароопасного сезона. Средняя площадь пожара значительно превышает среднероссийские показатели, что указывает на преобладание крупных лесных пожаров и сложность их локализации в условиях Зейского района Амурской области (рис. 3).

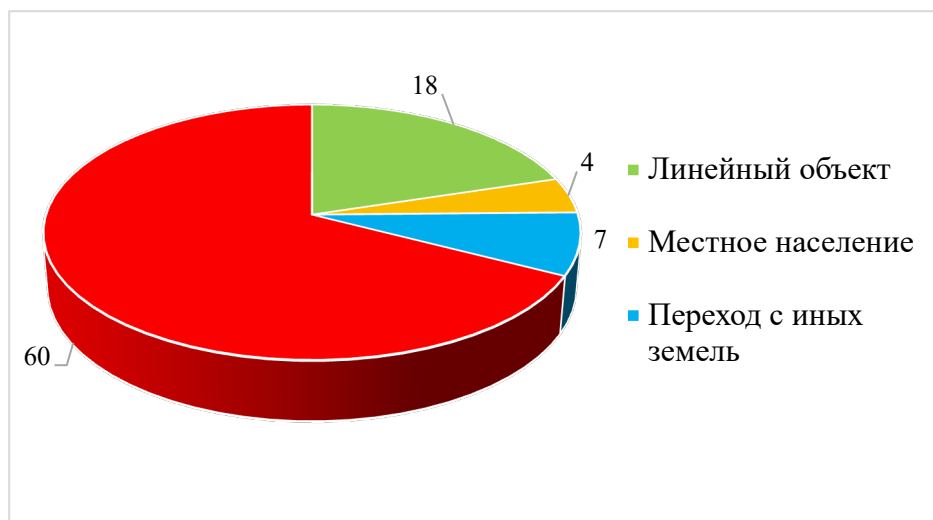


Рисунок 3 – Причины возникновения лесных пожаров в 2024 году

Малые и средние пожары составили до 25 га - около 20 случаев (33% от общего количества). Это свидетельствует о том, что в трети случаев службы лесоохраны успевали локализовать огонь в первые-вторые сутки. Крупные и катастрофические пожары свыше 200 га - около 55 пожаров и более 95% всего ущерба площади лесничества. Главным негативным фактором стала удаленность. Большинство очагов возникало в труднодоступной местности, куда доставить технику, необходимую для тушения пожара, было гораздо сложнее. Анализ сроков ликвидации показал, что пожар №20 действовал 23 дня, пожар №45 –25 дней. Длительные сроки ликвидации крупных пожаров указывают на их возникновение в труднодоступных зонах мониторинга, где наземная техника не могла быть оперативно задействована. Оперативность тушения отмечена следующая: пожары №4, 5, 7 были ликвидированы в день обнаружения, что подтверждает эффективность работы пожарно-химических станций (специализированное подразделение в лесхозах или заповедниках, созданное специально для борьбы с лесными пожарами) в зонах наземной охраны.

На основании проведенного анализа данных по пожарам за 2024 год, рассмотрены варианты по внедрению и усилению противопожарных мероприятий на территории ГКУ Амурской области «Зейское лесничество»:

1. Профилактическое выжигание и минерализованные полосы: Учитывая активное начало сезона, необходимо увеличить объем создания минерализованных полос и противопожарных разрывов вокруг населенных пунктов и вдоль дорог.

2. Развитие системы дистанционного мониторинга: Огромные площади пожаров указывают на позднее обнаружение пожаров. Необходимо усилить системы видеонаблюдения или внедрить использование БПЛА для раннего обнаружения дымовых точек в удаленных кварталах.

3. Строительство лесных дорог противопожарного назначения для сокращения времени доставки сил и средств к местам ликвидации пожаров.

В ходе проведения научно-исследовательской работы был проведен анализ данных по лесопожарной обстановке на территории ГКУ Амурской области «Зейское лесничество» за пожароопасный сезон 2025 года (рис. 4).

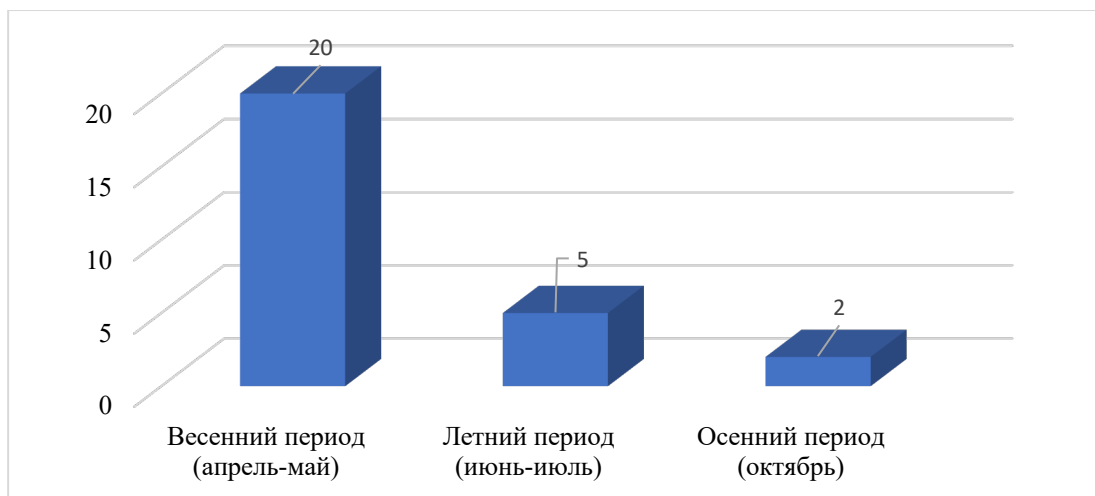


Рисунок 4 – Количество лесных пожаров по периодам за 2025 год

За отчетный период на территории лесного фонда было зафиксировано 27 случаев лесных пожаров. Общая площадь, пройденная огнем, составила 4860 га.

Средняя площадь одного пожара составила 180 га, что значительно ниже показателей катастрофического 2024 года, однако всё еще указывает на наличие крупных очагов, которые не удалось локализовать в начальной стадии.

Распределение пожаров по месяцам позволяет выделить четко выраженный весенний пик горимости, характерный для природно-климатических условий Амурской области. Апрель - 9 пожаров (33,3% от общего количества), площади небольшие (от 7 до 24 га). Это травяные палы и пожары, возникшие из-за неосторожного обращения населения с огнем в период схода снежного покрова. Май - 12 пожаров (44,4% от общего количества). Критический месяц. В мае зафиксировано 80% всей выгоревшей площади за год (включая крупные пожары №12 – 1428 га и №19 – 2380 га). Причиной может служить высокая рекреационная нагрузка в связи с праздничными днями (рис. 5).

Летний период (июнь – июль): наблюдается резкий спад активности (всего 4 пожара). Это объясняется наступлением периода вегетации (период активной жизнедеятельности растений, включающий в себя рост, развитие, фотосинтез и формирование органов) и возможным сезоном дождей. Октябрь - 2 пожара. Малое количество пожаров связано с завершением пожароопасного сезона, повышением влажности из-за устойчивых осадков и понижения температуры, снижением антропогенной нагрузки (количество людей, посещающих лес, становится значительно ниже, что уменьшает риск возгораний, вызванных человеческим фактором) и профилактическими мерами, которые приносят свои результаты.

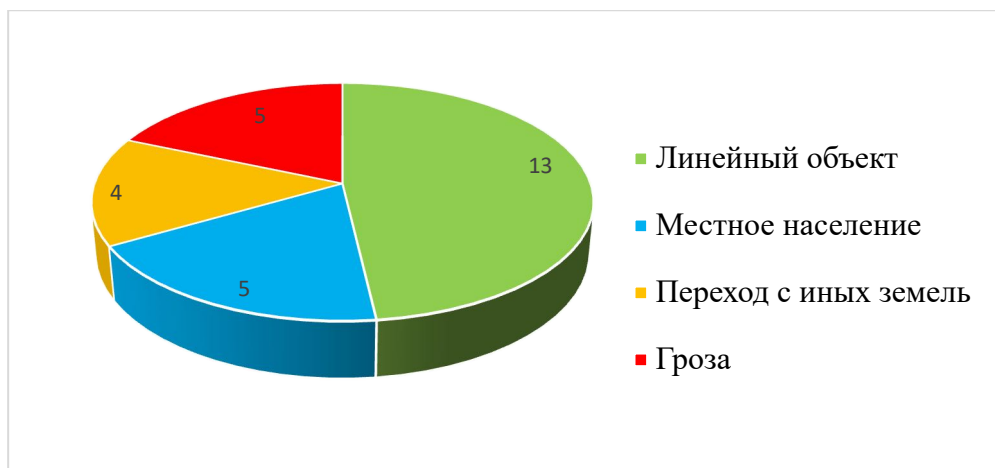


Рисунок 5 – Причины возникновения лесных пожаров в 2025 году

Мелкие и средние пожары (до 25 га): составили 81% случаев (24 пожара). Это свидетельствует о достаточно высокой оперативности обнаружения очагов наземными и авиационными силами. Крупные пожары (свыше 200 га): обеспечили 91% общего ущерба лесному фонду. Анализ сроков ликвидации пожаров показал следующее: в течение 1–2 суток ликвидировано 21 пожар (81% случаев). Это соответствует нормативным требованиям оперативного реагирования. Затяжные пожары: Пожар №19 (с 23.05 по 01.06) действовал 9 суток, пожар №12 (с 09.05 по 14.05) – 5 суток. Длительные сроки тушения в эти даты указывают на высокую интенсивность горения, сложный рельеф местности и дефицит привлеченных сил и средств в период пиковой нагрузки.

В 2024 году зафиксировано 89 лесных пожаров общей площадью 165377 га, что свидетельствует об экстремально высокой интенсивности пожароопасного сезона и преобладании крупных пожаров. Основные пики горимости пришлись на весенний (апрель-май) и летний (июнь-июль) периоды, в которые пожары были вызваны сильными ветрами, человеческим фактором, засухами и сухими грозами. Значительная часть ущерба пришлась на крупные пожары, многие из которых действовали в режиме ЧС и требовали привлечения дополнительных сил. В 2025 году отмечено 27 пожаров общей площадью 4860 га. Четко выражен весенний пик горимости (апрель-май), связанный с переходами пожаров с земель иных категорий, линейными объектами, а также местным населением. Эффективность тушения, по сравнению с предыдущим годом, повысилась, а большинство пожаров было ликвидировано в нормативные сроки.

Основная задача противопожарных мероприятий должна быть направлена не только на количество выездов, но и на недопущение перехода пожаров в разряд крупных в труднодоступных районах.

Проведенный анализ показал, что, несмотря на принимаемые меры, Зейское лесничество остается территорией с высоким уровнем пожарной опасности, особенно в весенний и летний периоды. Эффективность борьбы с пожарами напрямую зависит от оперативности обнаружения очагов возгорания и доступности подъездов к ним.

Список источников:

1. Замолодчиков Д. Г., Иванов А. В., Грабовский В. И. [и др.] Средообразующие функции защитных лесов Амурской области // Сибирский лесной журнал. – 2022. – № 6. – С. 12-21. – DOI 10.15372/SJFS20220602. – EDN ITTUVF.
2. Юст, Н. А. Анализ горимости лесов на территории Магдагачинского лесничества / Н. А. Юст, Е. А. Рогозняк, К. А. Малашкова // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: Материалы XIII международной конференции, Благовещенск, 26–27 июня 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 103-109. – DOI 10.22450/978-5-9642-0639-2-103-109. – EDN IOJNBS.
3. Министерство лесного хозяйства и пожарной безопасности. – Благовещенск. – URL: <https://minlhp.amurobl.ru> (дата обращения 02.04.2026). – Текст электронный.
4. Юст, Н. А. Анализ таксационных показателей средневозрастных древостоев сосны обыкновенной в Шимановском и Тындинском лесничествах Амурской области / Н. А. Юст // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: тезисы докладов всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 15 апреля 2020 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. – С. 222. – EDN YPVKPRQ.

© Юст Н.А., Щербакова О.Н., Рогозняк Е.А., 2026

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ЛЕСНОГО КОНТРОЛЯ В ГКУ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ «ЗЕЙСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО» ЗА 2023-2025 ГОДЫ

Евгения Владимировна Яковлева¹, Антон Александрович Елискин²

^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет Амурская область,
Благовещенск, Россия

¹ Yustnatal@mail.ru, ² Geny.1977@mail.ru

Аннотация. Представлен анализ динамики административных правонарушений, выявленных при осуществлении лесного контроля в ГКУ Амурской области «Зейское лесничество» в 2023-2025 годах. Дана оценка эффективности контрольных и профилактических мероприятий. Материалы исследования могут использоваться при планировании деятельности органов лесного хозяйства и разработке мер по снижению уровня лесонарушений.

Ключевые слова: лесной контроль, нарушения, административные правонарушения, Зейское лесничество, охрана лесов, профилактика.

Для цитирования: Яковлева Е.В., Елискин А.А. Осуществление лесного контроля в ГКУ Амурской области «Зейское лесничество» за 2023-2025 годы // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 369-373.

Original article
UDC 630

IMPLEMENTATION OF FOREST CONTROL IN THE STATE INSTITUTION OF THE AMUR REGION "ZEYSKOYE FORESTRY" FOR 2023-2025

Evgeniya Vladimirovna Yakovleva¹, Anton Aleksandrovich Eliskin²

^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur Region, Blagoveshchensk, Russia

¹ Yustnatal@mail.ru, ² Geny.1977@mail.ru

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of the dynamics of administrative violations identified during forest control at the Zeya Forestry State Institution of the Amur Region in 2023–2025. The effectiveness of control and preventive measures is assessed. The research findings can be used in planning the activities of forestry authorities and developing measures to reduce forest violations.

Keywords: forest control, violations, administrative violations, Zeya Forestry, forest protection, prevention.

For citation: Yakovleva E.V., Yeliskin A.A. Implementation of forest control in the State Institution of the Amur Region "Zeyskoye Forestry" for 2023-2025 //

Предметом государственного контроля (надзора) является соблюдение юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и гражданами требований, установленных Лесным кодексом Российской Федерации, другими федеральными законами. Зейское лесничество (рис. 1), имеющее большие лесные территории, на протяжении всего периода деятельности находится под воздействием правонарушений, таких как незаконные рубки, несоблюдение правил пожарной безопасности. Реорганизация структур предприятий лесного хозяйства внесла отрицательную роль в обеспечение своевременности тушения лесных пожаров [1].



Рисунок 1 – Территория ГКУ Амурской области «Зейское лесничество»

Лесной контроль в Зейском лесничестве проводится в соответствии с Лесным кодексом РФ, Кодексом РФ об административных правонарушениях, а также региональными нормативными правовыми актами Амурской области [2]. Главная задача лесного контроля - выявление и пресечение нарушений лесного законодательства [3].

Государственными лесными инспекторами лесничеств Амурской области в рамках федерального государственного лесного контроля, а также лесной охраны, осуществляется деятельность, направленная на предупреждение, выявление и пресечение нарушений юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и гражданами обязательных требований [4]. Внедрение

цифровых технологий в лесном хозяйстве на территории Амурской области становится наиболее актуальным, как и в других отраслях производства [5].

Но также требует финансовых вложений на покупку БПЛА и обучение специалистов. Исходные данные - отчетные материалы ГКУ Амурской области «Зейское лесничество», статистические данные по административным делам, а также результаты рейдовых мероприятий. В ходе анализа использовались методы: статистической обработки данных; сравнительного анализа по годам. В рамках исследования рассмотрены следующие статьи КоАП РФ: 8.25 – нарушение правил использования лесов; 8.28 – незаконная рубка, повреждение лесных насаждений или самовольное выкапывание в лесах деревьев, кустарников, лиан; 8.31 – нарушение правил санитарной безопасности в лесах; 8.32 – нарушение правил пожарной безопасности в лесах; 7.9 – самовольное занятие лесных участков [6]. Динамика правонарушений представлена в таблицах 1,2,3.

Таблица 1 – Помесячная динамика правонарушений в 2023 году.

Месяц	7.9 КоАП РФ	8.28 КоАП РФ	8.25 КоАП РФ	8.31 КоАП РФ	8.32 КоАП РФ	Всего
Январь	0	7	0	6	0	13
Февраль	0	8	0	7	0	15
Март	2	8	0	7	0	17
Апрель	1	5	0	5	0	11
Май	2	4	0	4	4	14
Июнь	2	4	0	5	5	16
Июль	0	3	0	4	4	11
Август	1	4	0	5	4	14
Сентябрь	1	6	0	6	4	17
Октябрь	1	7	0	7	3	18
Ноябрь	1	10	0	9	0	20
Декабрь	0	8	0	8	0	16

Таблица 2 – Помесячная динамика правонарушений в 2024 году.

Месяц	7.9 КоАП РФ	8.28 КоАП РФ	8.31 КоАП РФ	8.32 КоАП РФ	8.25 КоАП РФ	Всего
Январь	1	7	7	0	0	15
Февраль	1	6	6	0	0	13
Март	2	5	5	5	0	17
Апрель	2	3	3	5	0	13
Май	3	1	1	2	0	7
Июнь	3	2	2	5	0	12
Июль	2	2	2	3	0	10
Август	1	7	7	8	0	23
Сентябрь	1	9	9	5	0	24
Октябрь	2	10	10	3	0	25
Ноябрь	1	9	9	0	0	19
Декабрь	1	10	10	0	0	21

Таблица 3 – Помесячная динамика правонарушений в 2025 году.

Месяц	9 КоАП РФ	8.28 КоАП РФ	8.31 КоАП РФ	8.32 КоАП РФ	8.25 КоАП РФ	Всего
Январь	1	6	5	0	0	12
Февраль	1	6	6	0	0	13
Март	1	6	5	3	0	15
Апрель	2	3	3	2	0	10
Май	2	3	3	2	0	10
Июнь	2	2	2	1	0	7
Июль	1	3	3	3	0	10
Август	1	0	0	2	0	3
Сентябрь	1	0	0	2	0	3
Октябрь	1	3	2	0	0	6
Ноябрь	0	7	7	0	0	14
Декабрь	0	6	6	0	0	12

Предоставленные данные отражают сезонный рост правонарушений в осенне-зимние месяцы и снижение в летний период. Наиболее выраженные пики характерны для статей 8.28 и 8.31 КоАП РФ. По статье 8.32 КоАП РФ в 2023 году выявлено 24 факта нарушения правил пожарной безопасности в лесах. Нарушения зафиксированы преимущественно в пожароопасный период (май–октябрь). В 2024 году количество таких правонарушений увеличилось до 36 случаев, что свидетельствовало о сохранении проблем в области соблюдения правил пожарной безопасности. В 2025 году отмечено снижение до 15 нарушений, что составляет сокращение более чем на 50%. В 2023 году выявлено 11 правонарушений, связанных с самовольным занятием лесных участков. Этих нарушений не так много, но они несут экологическую опасность, значительный ущерб лесному фонду. В 2024 году их число увеличилось до 20 случаев, что могло быть связано с активизацией хозяйственной деятельности на лесных территориях. В 2025 году отмечено снижение до 13 нарушений, что может быть обусловлено усилением контроля на наиболее уязвимых участках и ограничением рекреационной нагрузки.

В 2023, 2024 и 2025 годах нарушений по статье 8.25 КоАП РФ на территории Зейского лесничества не зафиксировано.

Пик правонарушений пришёлся на 2024 год (198 случаев), что может быть связано с активизацией лесопользования и недостаточностью профилактических мер в предшествующий период.

В 2025 году отмечено значительное снижение общего количества нарушений (до 115 случаев). Наиболее выраженная положительная динамика наблюдается по статьям 8.28 (снижение на 36,6 %), 8.31 (снижение на 40,8 %) и 8.32 (снижение более чем на 50 %).

Самовольное занятие лесных участков (ст. 7.9) показало нестабильную динамику: рост в 2024 году с последующим снижением в 2025 году, что требует продолжения контрольных мероприятий на наиболее уязвимых участках. Положительная динамика 2025 года свидетельствует об эффективности

принятых мер, включая усиление патрулирования, профилактическую работу с населением и оптимизацию взаимодействия с лесопользователями. Наиболее проблемными остаются вопросы пожарной безопасности и соблюдения разрешительного порядка использования лесов.

Список источников:

1. Юст, Н. А. Анализ горимости лесов на территории Магдагачинского лесничества / Н. А. Юст, Е. А. Рогозняк, К. А. Малашкова // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: Материалы XIII международной конференции, Благовещенск, 26–27 июня 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 103-109. – DOI 10.22450/978-5-9642-0639-2-103-109. – EDN IOJNBS.
2. «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (дата обращения 06.02.26).
3. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024) (дата обращения 06.02.26).
4. Елискин, А. А. Анализ административных правонарушений лесного законодательства на территории лесного фонда Амурской области / А. А. Елискин, Н. А. Юст, Н. А. Тимченко // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 20–21 апреля 2023 года. Том 1. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – С. 168-175. – DOI 10.22450/9785964205385_1_168. – EDN LWAIIDU.
5. Беркаль, И. В. Применение цифровых технологий в лесохозяйственной деятельности на территории Амурской области / И. В. Беркаль, Н. А. Юст // Лесное хозяйство: Материалы 86-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 12. 2022 года / Отв. за издание И.В. Войтов. – Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2022. – С. 31-34. – EDN BAOCDB.
6. «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025) (дата обращения 06.02.26).

© Яковлева Е.Е., Елискин А.А. 2026

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I

Энергетическая безопасность предприятий

Фокин С.В., Шпортко О.Н.

Анализ технологий и средств для заготовки биотоплива.....4

РАЗДЕЛ II

Развитие мелиорации и водного хозяйства

Карпова О.В., Логинов Д.А.

Анализ современных зарубежных дождевателей.....10

Миркина Е.Н., Михеева О.В.

Обеспечение качественной водой населения с. Озерки Петровского района Саратовской области.....16

Михеева О.В., Миркина Е.Н.

Современные методы очистки сточных вод.....20

Рязанцев А.И., Малько И.В., Антипов А.О., Евсеев Е.Ю.

Повышение сцепных свойств и агроэнергетическая оценка работы широкозахватной дождевальнoй машины.....23

РАЗДЕЛ III

Природообустройство и изменение ландшафтов

Будагов И.В., Надбережный Л.О.

Охрана земель как инструмент природообустройства.....30

Григорьева Н.Н., Теряков В.Д., Мигалкин М.А.

Этология лесных бизонов (*Bison bison athabasca* Rhoads, 1897) в местности Усть-Буотама Якутии 36

Дубровская В.А., Попова Е.Л.

Обоснование выбора оборудования для внесения почвенных кондиционеров при формировании высокодекоративных газонов.....44

Кравченко Э.В., Надбережный Л.О.

Влияние антропогенных ландшафтов на экологическое состояние атмосферы.....48

Королева А.С., Трухачева В.С.

Особенности укладки газонов на геопластике.....56

<i>Плотникова О.А., Голоктионов И.И.</i> Влияние препарата «Кормилица Микориза» на лабораторную всхожесть райграса пастбищного	60

<i>Саванихова А.Ф., Тимерьянов А.Ш., Нафикова А.И.</i> Особенности проектирования и благоустройства сельских парков: методы и подходы.....	65

<i>Шведенко К.А., Матвеева Т.И.</i> Приоритетные направления совершенствования мониторинга качества воды в бассейне реки Казанка.....	70

РАЗДЕЛ IV

Экологическая безопасность агроландшафтов и предприятий

<i>Димитриев В.Л.</i> Применение гамма-облучения в борьбе с конопляной листовёрткой.....	77

<i>Маценов С.А., Калиниченко В.А.</i> Ряд аспектов переработки антифрикционных материалов на основе металлических композиций.....	84

<i>Раубо В.М., Севастюк Т.В., Савельева О.В.</i> Инновационные технологии и экологическая безопасность предприятий агропромышленного комплекса республики Беларусь.....	89

<i>Тимерьянов А.Ш., Нафикова А.И., Саванихова А.Ф.</i> Роль скверов в обеспечении экологической безопасности селитебных ландшафтов на примере промышленных районов г. Уфы.....	96

РАЗДЕЛ V

Безопасность жизнедеятельности

<i>Прокошина Т.С., Трясцин А.П.</i> Ирония автоматизации в машиностроении: почему цифровизация не отменяет человеческий фактор.....	101

<i>Трясцин А.П., Прокошина Т.С.</i> Анализ рисков, обеспечение экологической безопасности и защита от чрезвычайных ситуаций при эксплуатации электробусов и электромобилей в условиях городских агломераций.....	106

<i>Хизов А.В.</i> Влияние расположения дорог, жилья и транспорта на состояние здоровья людей.....	112

<i>Чекмарева Д.А.</i>	
Разработка мер по защите персонала от новых физических факторов.....	117

<i>Шунина Е.Ю., Кулакова Е.В.</i>	
Чрезвычайные ситуации техногенного характера и их анализ.....	121

РАЗДЕЛ VI

Проблемы применения машин природообустройства

<i>Быков В.В., Голубев М.И., Луканин Б.Е., Матросов А.В.</i>	
Увеличение эксплуатационного ресурса лесного плуга ПКЛ 70А лазерным упрочнением лемеха.....	125

РАЗДЕЛ VII

Пожарная безопасность лесов и промышленных объектов

<i>Анисимов С.А., Козырева К.А.</i>	
Об особенностях адаптации стандартов и мероприятий по пожарной безопасности к изменяющимся климатическим условиям.....	129

<i>Лобанов И.А., Тютин А.В., Ивченко О.А Панкин К.Е.</i>	
Технические и эксплуатационные требования к беспилотным летательным аппаратам для обнаружения лесных пожаров.....	133

<i>Лобанов И.А., Тютин А.В., Ивченко О.А Панкин К.Е.</i>	
Формулировка технических требований к цифровым камерам на беспилотных летательных аппаратах для обнаружения лесных пожаров.....	142

<i>Носенко В.В., Карпова О.В.</i>	
Размещение спринклерных оросителей для обеспечения эффективности автоматических систем пожаротушения.....	148

<i>Носенко В.В., Карпова О.В.</i>	
Эффективность автоматических систем пожаротушения на начальной стадии возгорания.....	154

<i>Романова Л.Р., Тютин А.В., Хизов А.В., Панкин К.Е.</i>	
Влияние пены на время подслоного тушения пожаров в резервуаре.....	160

<i>Романова Л.Р., Тютин А.В., Ивченко О.А., Панкин К.Е.</i>	
Влияние кратности пены на эффективность подслоного тушения пожаров в резервуаре.....	170

<i>Самулик Д. А., Надежкина Г. П.</i>	
Основные показатели обстановки с пожарами и их последствия в	

торговых центрах.....	170
<i>Самулик Д.А., Надежкина Г.П.</i>	
Оптимизация организационно-технического обеспечения пожарной безопасности в торговом центре.....	181
.	
<i>Удалова О.Г., Зубков Я.С.</i>	
Современные интумесцентные огнезащитные покрытия металлических конструкций: особенности применения, факторы эффективности и перспективы развития.....	184
<i>Удалова О.Г., Фортушинов Д.В.</i>	
Перспективы применение полипропиленовых труб РР-Р в системах пожаротушения.....	192
<i>Хабиев И.Г., Надежкина Г.П.</i>	
Особенности развития пожаров в зданиях повышенной этажности.....	199

РАЗДЕЛ VIII

Современные машины и технологии сельскохозяйственного производства

<i>Азизов И.Р., Анисимов С.А.</i>	
Разработка конструкции быстросъемного крепления для модульных кузовных платформ.....	203
<i>Голубев И.Г.</i>	
Эффективность использования природного газа для зерносушильного оборудования.....	209
<i>Гольяпин В.Я.</i>	
Оценка перспективности использования природного газа в качестве моторного топлива для сельскохозяйственных тракторов.....	213
<i>Гришин Р.А.</i>	
Обзор диссертационных исследований по снижению воздействия ходовых систем сельскохозяйственных тракторов на почву.....	218
<i>Гришина М.В., Дерягина И.А., Сидорова Е.А.</i>	
Гидравлический расчет самотечной системы капельного полива.....	223
<i>Иванченко Е.Г., Карпова О.В.</i>	
Анализ технических средств для очистки оросительных каналов от древесно-кустарниковой растительности.....	231

<i>Калиниченко М.Л.</i> Современные тенденции процессов создания модельных комплексов.....	238
<i>Милюткин В.А., Милюткин В.А.</i> Эффективная технология внесения жидких удобрений комплексом «ТУМАН» ООО «ПЕГАС-АГРО» при подкормках жидкими удобрениями КАС пропашных культур.....	247
<i>Милюткин В.А., Вихтманн В. Милюткин В.А.</i> Необходимые агрегаты в сельхозпроизводстве, преимущества самоходного высоко-клиренсного опрыскивателя «PANTERA» ФИРМЫ АО «АМ-ТЕХНИКА»	256
<i>Милюткин В.А., Буксманн В., Зорин А.В., Милюткин В.А.</i> Инновационный посевной комплекс Discara 9000/12000-С АО «Ам-техника» (г. Самара) для традиционных технологий, Mini-Nill и No-Till.....	262
<i>Мищенко Е.В., Помазан Д.А.</i> Поля без людей: когда автономные тракторы полностью заменят механизаторов.....	268
<i>Романюк Н.Н., Нукешев С.О., Агейчик В.А., Еднач В.Н., Юркантович Я.П.</i> К вопросу совершенствования конструкции сошника для бороздкового посева.....	272
<i>Романюк Н.Н., Еднач В.Н., Агейчик В.А., Юркантович Я.П.</i> Устройство для посева зерновых в условиях недостаточной влажности.....	279
<i>Хизов А.В.</i> Проблема уплотнения почвы при воздействии на неё ходовых систем машин.....	284

РАЗДЕЛ XI

Цифровизация сельскохозяйственного производства

<i>Корнеева В.К., Катцевич В.М.</i> Применение плагина GLCM TEXTURE для текстурного анализа хроматограмм моторного масла	289
<i>Коцарь Ю.А., Кабанов О.В., Васильчиков В.В.</i> Умная техника для умного земледелия: система управления трактором.....	298
<i>Якубов А.Я., Ильин Н.И., Дупак А.А.</i> Интерактивные базы данных для учета и анализа результатов НИОКР в сфере сельского хозяйства.....	307

РАЗДЕЛ X
Развитие лесного хозяйства

<i>Драгунов Д.Д., Тютин А.В., Бахтиев Р.Н., Панкин К.Е.</i> Технические и организационные возможности тушения техногенных и природных пожаров.....	313
<i>Драгунов Д.Д., Тютин А.В., Бахтиев Р.Н., Панкин К.Е.</i> Формулировка и определение комплексного коэффициента надежности пожарной техники при тушении техногенных и природных пожаров.....	323
<i>Желдак В.И., Дорощенко Э.В.</i> Разработка эколого-лесоводственных требований к созданию эффективных технологий ухода за мягколиственными насаждениями.....	332
<i>Кагирова А.И.</i> Оценка потенциала триплоидных растений осины (<i>Populus tremula</i> L.) как источника древесины.....	344
<i>Рогозняк Е.А., Юст Н.А., Щербакова О.Н.</i> Анализ горимости лесов на территории ГКУ Амурской области «Бурейское лесничество»	348
<i>Щербакова О.Н., Юст Н.А., Рогозняк Е.А.</i> Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой на территории Амурской области	356
<i>Юст Н.А., Щербакова О.Н., Рогозняк Е.А.</i> Лесные пожары в ГКУ Амурской области «Зейское лесничество»	362
<i>Яковлева Е.В., Елискин А.А.</i> Осуществление лесного контроля в ГКУ Амурской области «Зейское лесничество» за 2023-2025 годы	369

Научное издание

ИННОВАЦИИ В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ЗАЩИТЕ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Сборник научных трудов
XIII Международной научно-практической конференции

20 мая 2026 г. – 21 мая 2026 г.

*Работы публикуются в авторской редакции.
Редакционная коллегия не несет ответственность
за достоверность публикуемой информации.*

Компьютерная верстка: *О.В. Карпова*

Электронное издание

Адрес размещения:
<https://www.vavilovsar.ru/nauka/konferencii-saratovskogo-gau/2026-g>

ISBN 978-5-7011-0917-7



Размещено 28.07.2026 г.

Объем данных: 10,5 Мбайт. Аналог печ. л. 23,75

Формат 60×84 1/16. Заказ №917

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Тел.: 8(8452)26-27-83, email: nir@vavilovsar.ru
410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.